

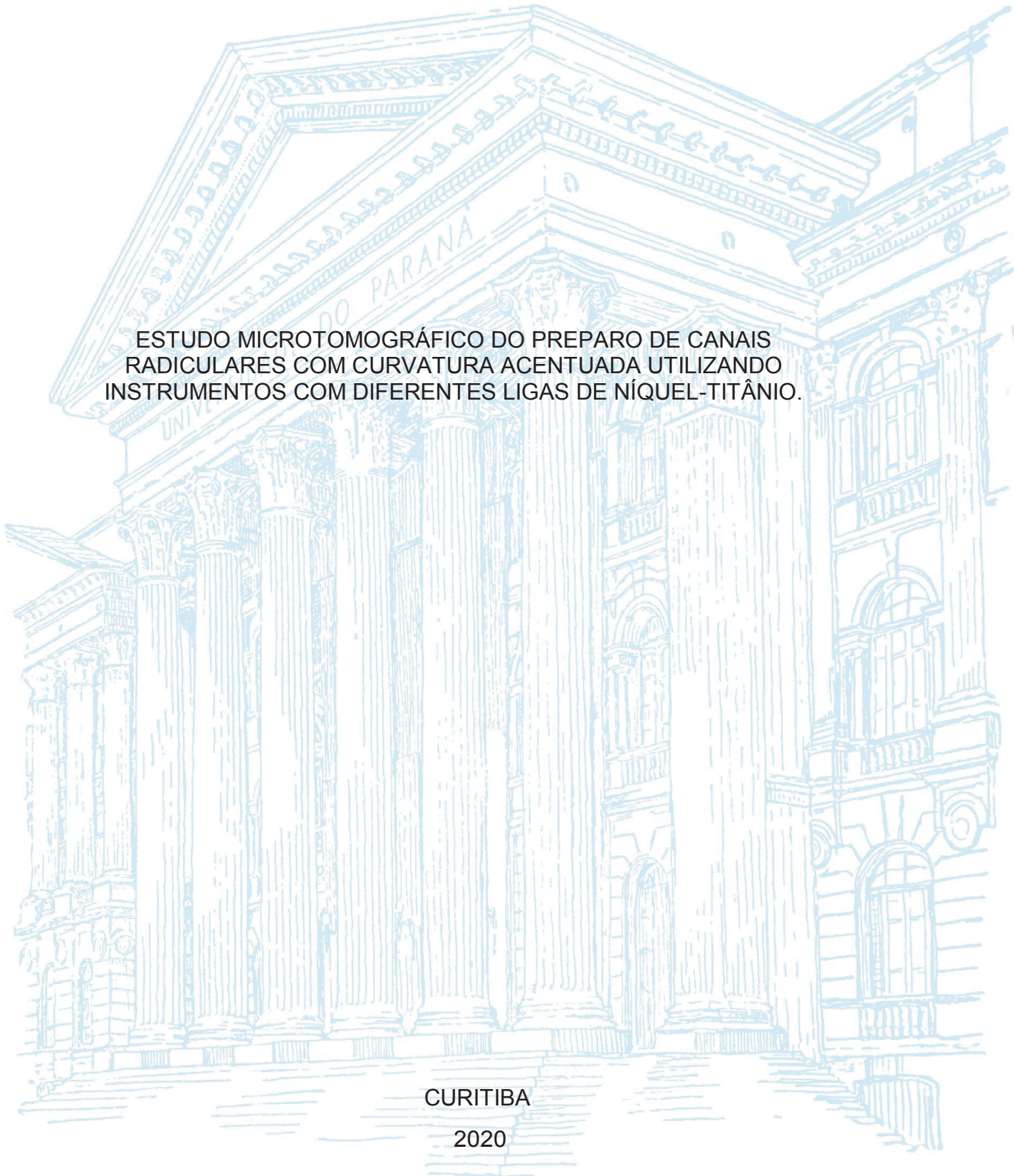
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS

ESTUDO MICROTOMOGRÁFICO DO PREPARO DE CANAIS
RADICULARES COM CURVATURA ACENTUADA UTILIZANDO
INSTRUMENTOS COM DIFERENTES LIGAS DE NÍQUEL-TITÂNIO.

CURITIBA

2020



MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS

ESTUDO MICROTOMOGRÁFICO DO PREPARO DE CANAIS RADICULARES
COM CURVATURA ACENTUADA UTILIZANDO INSTRUMENTOS COM
DIFERENTES LIGAS DE NÍQUEL-TITÂNIO.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Cavalini Cavenago

CURITIBA

2020

Campos, Maria Carolina Botelho Pires de

Estudo microtomográfico do preparo de canais radiculares com curvatura acentuada utilizando instrumentos com diferentes ligas de níquel-titânio [recurso eletrônico] / Maria Carolina Botelho Pires de Campos – Curitiba, 2020.

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, 2020. Orientador: Prof. Dr. Bruno Cavalini Cavenago

1. Canal radicular. 2. Dilatação apical. 3. Microtomografia por raio-X. 4. Hyflex EDM. 5. VDW.ROTATE. I. Cavenago, Bruno Cavalini. II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD 617.6342



**ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE MESTRADO PARA A OBTENÇÃO
DO GRAU DE MESTRE EM ODONTOLOGIA**

No dia trinta de outubro de dois mil e vinte às 14 horas, na sala Plataforma Teams, Campus Botânico, foram instaladas as atividades pertinentes ao rito de defesa de dissertação da mestranda **MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS**, intitulada: **Estudo microtomográfico do preparo de canais radiculares com curvatura acentuada utilizando instrumentos com diferentes ligas de níquel-titânio.**, sob orientação do Prof. Dr. BRUNO CAVALINI CAVENAGO. A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA da Universidade Federal do Paraná, foi constituída pelos seguintes Membros: BRUNO CAVALINI CAVENAGO (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ), RICARDO AFFONSO BERNARDES (ASSOCIACAO BRASILEIRA DE ODONTOLOGIA, DF), JULIANA LUCENA SCHUSSEL (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ). A presidência iniciou os ritos definidos pelo Colegiado do Programa e, após exarados os pareceres dos membros do comitê examinador e da respectiva contra argumentação, ocorreu a leitura do parecer final da banca examinadora, que decidiu pela APROVAÇÃO. Este resultado deverá ser homologado pelo Colegiado do programa, mediante o atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca dentro dos prazos regimentais definidos pelo programa. A outorga de título de mestre está condicionada ao atendimento de todos os requisitos e prazos determinados no regimento do Programa de Pós-Graduação. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, BRUNO CAVALINI CAVENAGO, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos demais membros da Comissão Examinadora.

CURITIBA, 30 de Outubro de 2020.

Assinatura Eletrônica

04/11/2020 20:14:37.0

BRUNO CAVALINI CAVENAGO

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

23/11/2020 14:24:11.0

RICARDO AFFONSO BERNARDES

Avaliador Externo (ASSOCIACAO BRASILEIRA DE ODONTOLOGIA, DF)

Assinatura Eletrônica

04/11/2020 14:23:28.0

JULIANA LUCENA SCHUSSEL

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SETOR DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ODONTOLOGIA
- 40001016065P8

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS** intitulada: **Estudo microtomográfico do preparo de canais radiculares com curvatura acentuada utilizando instrumentos com diferentes ligas de níquel-titânio.**, sob orientação do Prof. Dr. BRUNO CAVALINI CAVENAGO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 30 de Outubro de 2020.

Assinatura Eletrônica

04/11/2020 20:14:37.0

BRUNO CAVALINI CAVENAGO

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

23/11/2020 14:24:11.0

RICARDO AFFONSO BERNARDES

Avaliador Externo (ASSOCIACAO BRASILEIRA DE ODONTOLOGIA, DF)

Assinatura Eletrônica

04/11/2020 14:23:28.0

JULIANA LUCENA SCHUSSEL

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Av. Pref. Lothário Meissner, 632 - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 80210-170 - Tel: (41) 3360-4134 - E-mail: posodontoufpr@gmail.com

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 60252

Para autenticar este documento/assinatura, acesse

<https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 60252

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos professores Dr. Ricardo Affonso Bernardes e Dr. Natanael Henrique Mattos por tanto me incentivarem a sair da minha “zona de conforto” e apoiarem a entrar neste mundo mágico do mestrado.

Ao Lúcio, meu marido, companheiro, amigo e guardião, agradeço toda a paciência, compreensão e apoio durante todo o período do mestrado.

Aos meus pais, João Camilo e Maria José, a minha avó, Eloisa, e ao meu irmão, Gustavo, que mesmo neste ano de grandes mudanças e com todas as indicações de distanciamento social, se mantiveram presentes por todo o tempo, com muitas orações.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná por ter me acolhido com tanto carinho, é uma honra fazer parte desta grande instituição.

Ao meu orientador, prof. Dr. Bruno Cavallini Cavenago, por toda a dedicação, ensinamentos e por toda a paciência durante o mestrado. Tornei-me uma admiradora de sua carreira acadêmica e competência, que só tendem a crescer. Minha eterna gratidão pelas oportunidades que me proporcionou.

Ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da UFPR, sempre tão presente para todo auxílio solicitado. E aos professores do programa meus sinceros agradecimentos por todo conhecimento compartilhado.

Aos professores Dr. Pablo Andres Amoroso Silva e Dr^a Maria Ângela Naval Machado por abrilhantarem e enriquecerem minha qualificação.

À minha amiga da faculdade para a vida, professora Dr^a Joana Andrade, de Madri-Espanha, sem o seu apoio este projeto teria tomado outros rumos. Ao amigo Cel. Paixão e Cel. Marcos por participarem da viabilidade deste projeto seguir em frente, por me ajudarem em toda a logística.

Aos queridos professores Vinicio Hirai, Camila Perin, Liliane Roskamp, Alessandra Hapner, Patrícia Souza, Mariana Perotta e Cintia Milani por estarem sempre me apoiando, ensinando e dividindo momentos felizes e difíceis da docência.

À minha sócia e amiga, Dr^a Lorena Schmithausen, por assumir o controle total da nossa clínica, me permitindo mais tranquilidade e dedicação aos estudos nestes 2 anos.

Ao banco de dentes e à anatomia patológica da UFPR pela disponibilidade e pelos empréstimos dos muitos espécimes que precisamos pra realizar este trabalho.

À Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, prof. Dr. Marco Húngaro, alunos do mestrado e doutorado, que me acolheram com tanta dedicação e presteza, foram experiências que jamais serão esquecidas.

Aos colegas do mestrado, cada um com seu sonho, foi muito bom aprender

com vocês. Juliana Marfut foi a primeira pessoa que conheci na UFPR e acabou se tornando uma grande amiga, muito obrigada pela parceria.

E um agradecimento especial à Renata Leal, uma grande surpresa neste mestrado, companheira para todas as horas. Agradeço muito por tudo que você me ensinou e apoiou.

RESUMO

A qualidade do preparo químico-mecânico dos canais é influenciada pela condição anatômica do sistema de canais radiculares, design e liga metálica utilizada na fabricação dos instrumentos, além da técnica de instrumentação. Canais com curvaturas acentuadas representam um grande desafio, pois se eleva o risco de iatrogenias, dentre as quais o desvio do eixo central, transporte do canal e/ou fratura de instrumento pode dificultar a descontaminação de determinadas regiões do sistema de canais radiculares, além de comprometer a estrutura radicular. Atualmente, tratamentos térmicos são estratégias utilizadas para otimizar a microestrutura dos instrumentos de níquel-titânio (NiTi) e assim melhorar as propriedades mecânicas de flexibilidade e resistência à fratura. Até o momento não há relatos na literatura sobre alterações estruturais causadas por dilatações apicais maiores que instrumentos com diâmetro de ponta com 0,40mm em canais curvos de molares superiores, tampouco há informações sobre a performance do sistema VDW.ROTATE nesta condição anatômica. Este estudo resultou em duas propostas de artigos, a primeira teve como objetivo avaliar os efeitos decorrentes do preparo radicular em canais curvos empregando a sequência de instrumentos dos sistemas Hyflex EDM e VDW.Rotate, até os instrumentos 60.02 e 60.04, respectivamente. A segunda proposta teve como objetivo analisar as alterações pós-preparo com instrumentos 0,25mm e 0,40mm nas raízes mesiais com curvatura acentuada de molares superiores utilizando três sistemas de instrumentos mecânicos rotatórios com diferentes secções transversais e ligas de níquel-titânio. Foram utilizadas quarenta raízes de molares superiores escaneadas com micro-CT e pareadas anatomicamente de acordo com o volume, classificação da configuração dos canais e com curvatura entre 20° e 40°. Os espécimes foram novamente escaneados após o preparo com os diferentes instrumentos de três sistemas rotatórios, sendo divididos em grupos, no artigo 1, grupo Hyflex EDM (n=15) e VDW.ROTATE (n=15) e artigo 2 grupo ProTaper Next (n=10), Hyflex EDM (n=10) e VDW.ROTATE (n=10). Como solução irrigadora foi utilizado hipoclorito de sódio a 1% e complementação com irrigação ultrassônica passiva (PUI). Foram mensurados volume de canal e dentina, diâmetro do canal, espessura de dentina, transporte, centralização, acúmulo de debris e áreas não tocadas. Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente pelos testes de teste t, Mann Whitney, ANOVA e Tukey ou Kruskal Wallis e Dunn's e considerado o nível de significância de 5% ($P < 0.05$). A comparação entre Hyflex EDM e VDW.ROTATE não revelou diferenças significativas para volume de canal, diâmetro do canal, áreas não tocadas e acúmulo de debris ($P > 0,05$). Houve diferença significativa ($P < 0.05$) na redução do volume cervical e total de dentina após a utilização do instrumento VDW.ROTATE 60.04. Entretanto, na comparação intragrupos, com o aumento na dilatação com instrumentos de maiores diâmetros, houve diferenças significativas ($P < 0.05$) no volume do canal e dentina, além do diâmetro no sentido M-D em ambos os grupos. Para os três grupos não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para os dados analisados. Concluiu-se que os sistemas Hyflex EDM, VDW.ROTATE e PropTaper Next proporcionaram um preparo efetivo e seguro em canais radiculares mesiais com curvatura acentuada de molares superiores. A maior dilatação do canal foi associada ao aumento de volume do canal radicular, diminuição do acúmulo de debris e áreas não tocadas com manutenção da estrutura dentinária. Apesar de serem avaliadas diferentes ligas metálicas observamos que não houve diferenças significativas nas alterações causadas nos preparo realizados nos canais curvos.

Palavras-chaves: Dilatação apical. Microtomografia por raio-X. Hyflex EDM.
VDW.ROTATE.

ABSTRACT

The quality of the chemical-mechanical preparation of the root canals is influenced by the anatomical condition of the root canals system, design and metal alloy used in the manufacture of the instruments, in addition to the instrumentation technique. Channels with sharp curvatures represent a great challenge, since the risk of iatrogenesis is increased, among which the deviation of the central axis, canal transport and / or instrument fracture can make it difficult to decontaminate certain regions of the root canal system, in addition to compromise the root structure. Currently, heat treatments are strategies used to optimize the microstructure of nickel-titanium (NiTi) instruments and thus improve the mechanical properties of flexibility and fracture resistance. To date, there are no reports in the literature on structural changes caused by apical dilations greater than instruments with a 0.40mm tip diameter in curved upper molar channels, nor is there information on the performance of the VDW.ROTATE system in this anatomical condition. This study resulted in two proposals for articles, the first of which aimed to evaluate the effects of root preparation in curved channels using the sequence of instruments in the Hyflex EDM and VDW.Rotate systems, up to instruments 60.02 and 60.04, respectively. The second proposal aimed to analyze the post-preparation changes with 0.25mm and 0.40mm instruments in the mesial roots with marked curvature of upper molars using three systems of rotating mechanical instruments with different cross sections and nickel-titanium alloys. Forty roots of maxillary molars scanned with micro-CT and paired anatomically according to volume, classification of channel configuration and with curvature between 20° and 40° were used. The specimens were scanned again after preparation with the different instruments of three rotating systems, being divided into groups, in article 1, Hyflex EDM group (n = 15) and VDW.ROTATE (n = 15) and article 2 ProTaper Next group (n = 10), Hyflex EDM (n = 10) and VDW.ROTATE (n = 10). As an irrigating solution, 1% sodium hypochlorite was used and supplemented with passive ultrasonic irrigation (PUI). Canal and dentin volume, canal diameter, dentin thickness, transport, centralization, accumulation of debris and untouched areas were measured. The data obtained were statistically evaluated using the t-test, Mann Whitney, ANOVA and Tukey or Kruskal Wallis and Dunn's tests and the significance level was set at 5% ($P < 0.05$). The comparison between Hyflex EDM and VDW.ROTATE did not reveal significant differences for channel volume, channel diameter, untouched areas and accumulation of debris ($P > 0.05$). There was a significant difference ($P < 0.05$) in the reduction in cervical volume and total dentin after using the VDW.ROTATE 60.04 instrument. However, in the intragroup comparison, with the increase in dilation with instruments with larger diameters, there were significant differences ($P < 0.05$) in the volume of the canal and dentin, in addition to the diameter in the M-D direction in both groups. There was no significant difference for the three groups ($P > 0.05$) for the analyzed data. It was concluded that the Hyflex EDM, VDW.ROTATE and PropTaper Next systems provided an effective and safe preparation in mesial root canals with marked curvature of the upper molars. The enlargement of the canal was associated with an increase in the volume of the root canal, a decrease in the accumulation of debris and untouched areas with maintenance of the dentinal structure. Although different metallic alloys were evaluated, we observed that there were no significant differences in the changes caused in the preparation made in the curved roots canals.

Keywords: Apical enlargement. Hyflex EDM. VDW.ROTATE. X-ray microtomography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	Imagem representativa de reconstruções 3D correspondentes para volume mostrando a sobreposição pré e pós-operatória.....	25
FIGURA 2	Imagem representativa de reconstruções 3D correspondentes para diâmetro e espessura de dentina, mostrando a sobreposição pré (preto) e pós-operatória (0,25 vermelho, 0,40 verde, 0,50 amarelo e 0,60 azul).....	28
FIGURA 3	Imagem representativa de reconstruções 3D correspondentes para debris.....	31
FIGURA 4	Imagem representativa de reconstruções 3D correspondentes volume com sobreposição das imagens pré (verde), pós 25 (vermelho) e pós 40 (preto).....	47

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Representação da mediana (mínimo e máximo) dos valores referentes ao volume (mm ³) do canal radicular pré-operatório e após o preparo com instrumentos com diâmetro de 0.25mm, 0.40 mm, 0.50mm e 0.60mm dos sistemas Hyflex EDM e VDW.ROTATE nos segmentos apical, médio, cervical e total.....	25
TABELA 2	Representação da mediana (mínimo e máximo) dos valores referentes ao diâmetro (mm) do canal radicular pré-operatório e após o preparo com instrumentos 0.25mm, 0.40 mm, 0.50mm e 0.60mm dos sistemas Hyflex EDM e VDW.ROTATE nos segmentos 1mm, 3mm, 6mm e 9mm.....	27
TABELA 3	Representação da média (desvio padrão) dos valores referentes à espessura de dentina radicular (mm ³) pré-operatório e após o preparo com instrumentos com diâmetro de 0.25mm, 0.40 mm, 0.50mm e 0.60mm dos sistemas Hyflex EDM e VDW.ROTATE nos segmentos 1mm, 3mm, 6mm e 9mm.....	29
TABELA 4	Representação da mediana (mínimo e máximo) dos valores referentes ao transporte (mm) e centralização após o preparo com instrumentos com diâmetro de 0.25mm, 0.40 mm, 0.50mm e 0.60mm dos sistemas Hyflex EDM e VDW.ROTATE nos segmentos 1-3mm, 3-6mm e 6-9mm.....	30
TABELA 5	Representação da média, desvio padrão, valores referentes a áreas não tocadas (mm ³ e %) e mediana (mínimo e máximo) dos valores referentes aos debris do canal radicular após o preparo com instrumentos com diâmetro de 0.25mm, 0.40 mm, 0.50mm e 0.60mm dos sistemas Hyflex EDM e VDW. ROTATE no segmento de 1-9mm.....	31
TABELA 6	Representação da mediana (mínimo e máximo) dos valores referentes ao volume (mm ³ e %) do canal radicular pré-operatório e após o preparo com instrumentos com diâmetro de 0.25mm e 0.40mm dos sistemas Hyflex EDM, VDW. ROTATE e ProTaper Next nos segmentos apical, médio, cervical e total.....	46
TABELA 7	Representação da média, desvio padrão, dos valores referentes a áreas não tocadas (mm ³ e %) do canal radicular após o preparo com instrumentos com diâmetro de 0.25mm e 0.40 mm dos sistemas Hyflex EDM, VDW.Rotate e ProTaper Next segmento de 1-9mm.....	47
TABELA 8	Representação da mediana (mínimo e máximo) dos valores referentes ao transporte (mm) do canal radicular após o preparo com instrumentos de diâmetro 0,25mm e 0,40mm dos sistemas Hyflex EDM, VDW. ROTATE e ProTaper Next nos segmentos 1-3mm, 3-6mm e 6-9mm.....	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3	ARTIGO 1.....	17
3.1	TÍTULO.....	17
3.2	RESUMO.....	18
3.3	INTRODUÇÃO.....	19
3.4	MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.5	RESULTADOS.....	24
3.6	DISCUSSÃO.....	32
3.7	CONCLUSÃO.....	35
	REFERÊNCIAS.....	36
4	ARTIGO 2.....	38
4.1	TÍTULO.....	38
4.2	RESUMO.....	39
4.3	INTRODUÇÃO.....	40
4.4	MATERIAIS E MÉTODOS	42
4.5	RESULTADOS.....	45
4.6	DISCUSSÃO.....	48
4.7	CONCLUSÃO.....	50
	REFERÊNCIAS.....	50
5	CONCLUSÕES.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53
	ANEXO 1 PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.....	57
	ANEXO 2 GUIDELINES FOR PUBLISHING PAPER IN THE IEJ.....	61
	ANEXO 3 GUIDELINES FOR PUBLISHING PAPER IN THE JOE.....	75
	ANEXO 4 PARÂMETROS USADOS PARA MICRO-CT E RECONSTRUÇÃO DE IMAGENS.....	80
	ANEXO 5 TABELA REDUÇÃO DO VOLUME (%) DA DENTINA RADICULAR APÓS O PREPARO COM INSTRUMENTOS COM DIÂMETRO DE 0.25MM, 0.40 MM, 0.50MM E 0.60MM DOS SISTEMAS HYFLEX EDM E VDW.ROTATE NOS SEGMENTOS DE APICAL, MÉDIO, CERVICAL E TOTAL.....	82

1 INTRODUÇÃO

O preparo químico-mecânico destina-se a limpar, desinfetar e modelar o canal radicular (SIQUEIRA JUNIOR *et al.*, 2018) com o objetivo de remover microrganismos, detritos e tecidos; aumentar o diâmetro do canal e criar uma forma de canal que permita um selamento adequado (SCHILDER, 1974). Esta etapa é importante, pois o prognóstico do tratamento depende da eficácia da eliminação dos tecidos necróticos, bactérias e seus produtos do sistema de canais radiculares. No entanto, curvaturas e complexas variações anatômicas do sistema de canais radiculares podem proporcionar um alto grau de dificuldade em atingir esses objetivos (SIQUEIRA JUNIOR *et al.*, 2018).

Além da condição anatômica, as alterações que ocorrem nos canais radiculares após seu preparo também são afetadas por fatores como design dos instrumentos, ligas metálicas usadas na fabricação e o método de instrumentação (KIRCHHOFF *et al.*, 2015; AYDIN *et al.*, 2019). Quanto à anatomia do canal radicular, especialmente ao preparar canais curvos, erros iatrogênicos, como degraus, zip, perfurações e transporte de canal radicular, podem acontecer com maior frequência (WEINE *et al.*, 1975; CAPAR *et al.*, 2014). O transporte do canal radicular, o preparo não centralizado e a instrumentação insuficiente ou excessiva da estrutura dentária podem ter efeitos negativos no prognóstico (PASQUALINI *et al.*, 2015). Por esses motivos, diagnosticar a condição anatômica do canal radicular é importante para a seleção do sistema de instrumentos apropriado (AYDIN *et al.*, 2019).

Os instrumentos endodônticos de aço inoxidável e níquel-titânio (NiTi), este em menor proporção, tendem a retificar dentro de um canal radicular curvo resultando em uma força lateral sobre ele (ZUPANC *et al.*, 2018). Com o paradigma endodôntico atual, recomenda-se que os canais sejam preparados com uma forma cônica, portanto os instrumentos rotatórios de NiTi se tornaram um importante adjuvante da modelagem do canal devido à superelasticidade da liga de NiTi, proporcionando maior flexibilidade e permitindo que os instrumentos sigam efetivamente a trajetória original do canal radicular (THOMPSON, 2000; SHEN *et al.*, 2013; ZHAO *et al.*, 2013). Desde a sua introdução, as ligas de NiTi continuam revolucionando o campo da endodontia, apresentando vantagens consideráveis sobre a lima convencional de aço inoxidável, em termos de propriedades mecânicas. No entanto, apesar de suas propriedades mecânicas superiores, as ligas de NiTi ainda podem apresentar risco de fratura

(TABASSUM *et al.*, 2019).

Atualmente, tratamentos térmicos são utilizados para otimizar a microestrutura dos instrumentos de NiTi. Vários tratamentos na fabricação da liga de NiTi foram desenvolvidos a fim de melhorar as propriedades mecânicas de flexibilidade e resistência à fratura dos instrumentos endodônticos de NiTi (USLU *et al.*, 2018; ZUPANC *et al.*, 2018). Esses tratamentos incluem usinagem térmica, mecânica, eletropolimento e usinagem de descarga elétrica. O principal objetivo desses tratamentos é conferir uma fase mais martensítica aos instrumentos à temperatura normal do corpo, para que seja possível obter a vantagem máxima da flexibilidade (TABASSUM *et al.*, 2019). As ligas de NiTi podem ser subclassificadas como os instrumentos que contêm principalmente a fase austenítica (NiTi convencional, MWire e fase R) e os que contêm a fase martensítica (liga com controle de memória - CM, Gold e Blue). Ligas de NiTi tratadas termomecanicamente são mais flexíveis apresentando uma melhor resistência à fadiga cíclica e maior ângulo de deflexão na falha quando comparado com NiTi convencional (ZUPANC *et al.*, 2018; TABASSUM *et al.*, 2019).

Dentre os instrumentos no mercado o ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) é um sistema de instrumentos NiTi, fabricado com a tecnologia M-Wire introduzido no mercado em 2007, tem um design retangular descentralizado e conicidades progressivos e regressivos em um único instrumento, fato que minimiza o contato entre a lima e a dentina (FAIRBOURN *et al.*, 1987; CAPAR *et al.*, 2014). Foi desenvolvido por processamento termomecânico e contém três fases cristalinas: martensita deformada e micro geminada, fase R e austenita (YE; GAO, 2012). A presença da fase martensita melhora a resistência à fadiga da lima, mas à custa da dureza, o que leva à necessidade de diferentes tratamentos de superfície (ZHOU *et al.*, 2012).

O sistema HyFlex EDM (Coltène/Whaledent, Altstätten, Suíça), lançado em 2016, é um sistema de instrumentos NiTi fabricado usando liga CM por intermédio da tecnologia de usinagem de descarga elétrica (EDM). A tecnologia EDM se baseia na vaporização e fusão das pequenas partículas no material por meio de faíscas elétricas e modelagem do instrumento. Embora este seja um método amplamente utilizado em tecnologia médica, o instrumento HyFlex EDM é o primeiro instrumento endodôntico feito com este método (USLU *et al.*, 2018). De acordo com a análise de difração de raios X, o Hyflex EDM é um composto de martensita e fase R, possui uma dureza

maior que os fios CM convencionais, apesar da ausência ou redução da fase austenítica, substanciando assim o efeito de endurecimento do EDM. O Hyflex EDM exibe uma resistência à fadiga cíclica significativamente aumentada em comparação à liga CM, instrumentos baseados em MWire e sistemas NiTi convencionais (IACONO *et al.*, 2017).

Os instrumentos Blue diferem dos sistemas de fio CM, pois são retificados antes de serem submetidos ao tratamento térmico pós-usinagem. Sugere-se que a liga Blue apresenta um melhor desempenho geral quando comparado com o NiTi superelástico M-Wire convencional, demonstrando maior flexibilidade e resistência à fadiga, e microdureza reduzida, mantendo características semelhantes da superfície (DE-DEUS *et al.*, 2017; ZUPANC *et al.*, 2018; KESKIN *et al.*, 2020).

Recentemente foi introduzido no mercado o VDW.ROTATE (VDW GmbH, Munique, Alemanha) um novo sistema de instrumentação rotatória contínua, que atualizou a sequência Mtwo (VDW GmbH, Munique, Alemanha) com número reduzido de instrumentos e pós-usinagem de liga termicamente tratada. Apresenta duas sequências básicas de acordo com a conicidade, .06 para a maioria dos casos e .04 para canais estreitos e altamente curvos (VDW Rotate Brochure, 2019; (KESKIN *et al.*, 2020). O NiTi dos instrumentos VDW.ROTATE possui duas cores distintas, uma cor cinza na parte intermediária e uma cor azul na parte ativa. Segundo o fabricante, a diferenciação de cores é resultado do tratamento da camada de óxido criada durante o calor pós-usinagem. O VDW.ROTATE possui o projeto de secção transversal “S” adaptado para maior desempenho de corte garantindo que os debris sejam removidos com eficácia e para manter uma centralização do instrumento. A centralização do “S” varia entre instrumentos de tamanhos diferentes no sistema de instrumentos VDW.ROTATE (ERTUĞRUL İ; ORHAN, 2019). Porém na literatura, até o momento, só há estudos referentes à resistência a fadiga cíclica deste novo instrumento (ERTUĞRUL İ; ORHAN, 2019; KESKIN *et al.*, 2020), necessitando de mais estudos quanto a sua cinemática e possíveis alterações no canal radicular.

Nos últimos anos, avanços significativos nas tecnologias não invasivas para avaliação de imagens das estruturas dentais foram introduzidos. O desenvolvimento da microtomografia computadorizada (micro-CT) tem aumentado na pesquisa endodôntica, pois oferece uma técnica reprodutível que pode ser aplicada quantitativamente e qualitativamente para a avaliação tridimensional (3D) do sistema de canais radiculares (CHEN; MESSER, 2002; VERSIANI *et al.*, 2011; ORDINOLA-

ZAPATA *et al.*, 2013). Técnica que permite análises não destrutivas de diferentes variáveis, como volume, área de superfície, forma da seção transversal, conicidade e a proporção da superfície preparada (ZHAO *et al.*, 2013); onde os resultados podem ser comparados com o volume dos instrumentos endodônticos (VILLAS-BÔAS *et al.*, 2011).

Estudos sobre anatomia tem demonstrado que molares superiores apresentam uma grande complexidade anatômica, além dos números de canais e diferentes tipos (VERTUCCI, 1984), apresentam curvaturas acentuadas na raiz mesial, localizadas em maior proporção no terço apical (LEE *et al.*, 2006), sendo o forame apical, em sua maioria, com formato oval e diâmetro apical estreito 0,24mm e largos entre 0,33 e 0,41mm (WU *et al.*, 2000; MARROQUÍN *et al.*, 2004; WOLF *et al.*, 2017) por essas razões conforme a técnica de instrumentação podem ocorrer alterações estruturais indesejadas no formato do canal, transporte, formação de degraus, e às vezes até perfuração (WU; WESSELINK, 1995). Para evitar estas alterações indesejadas, sugerem-se o preparo de canais curvos com pequenos instrumentos, de preferência não maiores do que 0,25mm, porém em alguns casos, um canal curvo pode ter um diâmetro maior do que um canal reto. Os canais curvos podem não ter uma efetiva limpeza após a preparo com nº 25 (WU *et al.*, 2000; MARROQUÍN *et al.*, 2004; PÉREZ *et al.*, 2018), sendo então o alargamento apical benéfico para reduzir a extrusão de detritos e a presença de bactérias remanescentes (MAMEDE-NETO *et al.*, 2017; SIQUEIRA JUNIOR *et al.*, 2018).

Ensaio atuais estão avaliando os efeitos nos preparos (transportes apicais, centralização, áreas intocadas) com instrumentos de maior diâmetro, utilizando cinemática recíproca e rotatória, e diferentes tratamentos térmicos nas ligas de NiTi. Mamede-Neto *et al.* (2017) observaram o transporte e centralização em pré-molares inferiores com diferentes instrumentos de Niti com diâmetro 0,50mm, resultando no mínimo transporte apical e um preparo relativamente centralizado. Em 2018, Pérez *et al.* utilizando o Hyflex CM até 4 instrumentos maiores que o primeiro que limitou o comprimento de trabalho, registraram uma redução progressiva significativa na área do canal não preparado. E em 2019, Duque *et al.* avaliaram a influência do maior alargamento do canal apical em canais curvos utilizando os instrumentos recíprocos Reciproc Blue 40, WaveOne Gold 35 e ProDesing R 35, e concluíram que o aumento apical maior dos canais curvos foi associado a uma diminuição das áreas não tocadas, um aumento do volume do canal e manutenção da

trajetória do canal, certificando a segurança nos sistemas testados. Até o momento não há relatos na literatura sobre alterações estruturais causados por alargamentos maiores que 0,40mm em canais curvos de molares superiores, utilizando os sistemas de instrumentos rotatórios ProTaper Next, Hyflex EDM e VDW.ROTATE, avaliando a sequência dos instrumentos até maiores dilatações apicais. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar por meio da microtomografia computadorizada os efeitos decorrentes do preparo em canais curvos de molares superiores utilizando a sequência dos sistemas ProTaper Next, Hyflex EDM e VDW.ROTATE. No entanto, novos instrumentos de NiTi devem preencher os quesitos de não ocasionarem alterações radiculares do tipo desvio, transporte apical ou degrau, não causar o acúmulo de debris para região periapical, devem promover um preparo mais eficaz e seguro em canais com curvaturas acentuadas.

O estudo resultou em duas propostas de artigos, uma visando avaliar os efeitos decorrentes do preparo radicular em canais curvos usando a sequência de instrumentos Hyflex EDM e Rotate, até os instrumentos 60.02 e 60.04, respectivamente. E a outra analisar as alterações pós-preparo nas raízes mesiais com curvatura acentuada de molares superiores usando as diferentes ligas de NiTi.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos decorrentes do preparo de raízes mesiais com curvatura acentuada de molares superiores até maiores dilatações apicais, com três sistemas de instrumentos mecânicos rotatórios apresentando secções transversais e ligas de níquel-titânio com diferentes tratamentos termomecânicos de superfície.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a efetividade no preparo proporcionado pelos sistemas Hyflex EDM, VDW.ROTATE e ProTaper Next, em canais mesiais de raízes portadoras de curvatura acentuada.
- Avaliar os efeitos da sequência do preparo químico-mecânico com instrumentos de diâmetros apicais de 0,25mm; 0,40mm, 0,50mm (Hyflex EDM, VDW.ROTATE e ProTaper Next) e 0,60mm (Hyflex EDM e VDW.Rotate) em relação às alterações estruturais dos canais e dentina considerando as variáveis: volume e diâmetro de canal, espessura da dentina, transporte, centralização e áreas não tocadas.
- Analisar o acúmulo de debris promovido pelos diferentes sistemas.

3 ARTIGO 1

3.1 TÍTULO: Efeitos da sobredilatação apical em canais radiculares com curvatura acentuada utilizando os sistemas Hyflex EDM e VDW.ROTATE.

Maria Carolina Botelho Pires de Campos¹

Bruno Cavalini Cavenago^{1,2}

¹Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal do Paraná – UFPR.

² Departamento de Odontologia Restauradora da Universidade Federal do Paraná – UFPR.

3.2 RESUMO

Objetivo: Avaliar por meio de microtomografia computadorizada (micro-CT) os efeitos decorrentes do preparo até maiores dilatações apicais em raízes mesiais com curvatura acentuada de molares superiores com instrumentos mecânicos rotatórios com diferentes secções transversais e ligas de níquel-titânio.

Metodologia: Foram utilizadas trinta raízes de molares superiores pareadas anatomicamente com curvatura entre 20° e 40°, escaneadas com micro-CT antes e após o preparo com os diferentes instrumentos de dois sistemas rotatórios, sendo divididos em dois grupos: Hyflex EDM (n=15) (25.08, 40.04, 50.03 e 60.02) e VDW.ROTATE (n= 15) (25.04, 40.04, 50.04 e 60.04). Como solução irrigadora foi utilizada hipoclorito de sódio a 1% e complementação com irrigação ultrassônica passiva (PUI). Foram mensurados no pré e pós-operatórios o volume de canal (mm³) e dentina (%), transporte (mm), centralização, nos três segmentos (apical, médio, cervical e total), acúmulo de debris (mm³ e %) e áreas não tocadas no segmento de 1-9mm. Também foram mensurados diâmetro de canal (V-P e M-D) e espessura de dentina (V, P, M, D) nas seções axiais de 1mm, 3mm, 6mm e 9mm aquém do vértice apical. Os dados foram analisados usando o teste de Mann-Whitney e os testes de Kruskal-Wallis e Dunn's para as variáveis de volume de canal e dentina, diâmetro, transporte, centralização, debris, áreas tocadas e não tocadas para comparação das medianas entre os grupos. A média da espessura de dentina foi analisada com o teste paramétrico ANOVA e Tukey comparando os segmentos de cada grupo e os dados pré e pós-operatórios. O nível de significância adotado para todas as análises foi de 5%.

Resultados: A comparação entre os sistemas Hyflex EDM e VDW.ROTATE não revelou diferenças significativas para volume de canal, diâmetro do canal, áreas não tocadas e acúmulo de debris ($P > 0,05$). Houve diferença significativa ($P < 0.05$) na redução do volume cervical e total de dentina após VDW.ROTATE 60.04. Entretanto, na comparação intragrupos, no aumento de diâmetro dos instrumentos, houve diferenças significativas ($P < 0.05$) no volume do canal e dentina, diâmetro das paredes M-D em ambos os grupos. Houve diferença significativa no transporte apical com Hyflex EDM 25 e na centralização segmentos 3-6mm e 6-9mm.

Conclusão: Os sistemas Hyflex EDM e VDW.ROTATE proporcionaram um preparo efetivo nos canais radiculares mesiais com curvatura acentuada de molares superiores. A maior dilatação do canal foi associada ao aumento de volume do canal e diâmetro, diminuição de debris e áreas não tocadas, porém mesmo com a dilatação apical de 0,60mm não houve o preparo completo dos canais. O transporte foi semelhante e o Hyflex EDM apresentou uma maior centralização nos segmentos médio e cervical.

Palavras-chave: Canais curvos. Dilatação apical. Hyflex EDM. Micro-CT. Preparo químico-mecânico. VDW.ROTATE.

3.3 INTRODUÇÃO

O preparo químico-mecânico tem como objetivo limpar, desinfetar e modelar o canal radicular. No entanto, curvaturas e internas variações anatômicas complexas do sistema de canais radiculares podem apresentar um alto grau de dificuldade em atingir esses objetivos (Siqueira Junior *et al.* 2018).

As alterações que ocorrem nos canais radiculares após o preparo são afetadas por fatores como anatomia do canal radicular, design do instrumento, ligas metálicas usadas na fabricação e o método de instrumentação (Kirchhoff *et al.* 2015; Aydın Keskin *et al.* 2019). Vários tratamentos na fabricação da liga de NiTi foram desenvolvidos a fim de melhorar as propriedades mecânicas dos instrumentos endodônticos (Thompson, 2000; Zupanc *et al.* 2018). Os instrumentos tratados termicamente possuem como vantagens proporcionar maior flexibilidade e melhor resistência à fadiga cíclica quando comparados às ligas NiTi convencionais (Tabassum *et al.* 2019).

O sistema Hyflex EDM (Coltène/Whaledent, Altstätten, Suíça) é um sistema rotatório de instrumentos NiTi fabricado usando liga CM por intermédio da tecnologia de usinagem de descarga elétrica (EDM) com secção transversal variada, o que atribui alta resistência à fratura. Hyflex EDM exhibe uma resistência à fadiga cíclica significativamente aumentada em comparação com a liga CM, instrumentos baseados em MWire e sistemas NiTi convencionais (Iacono *et al.* 2017; Pinheiro *et al.* 2018; Uslu *et al.* 2018). Quanto às ligas Blue têm apresentado melhor desempenho geral quando comparado com o NiTi superelástico M-Wire convencional, demonstrando maior flexibilidade e resistência à fadiga (De- Deus *et al.* 2017).

Recentemente foi introduzido no mercado o VDW.ROTATE (VDW GmbH, Munique, Alemanha) um novo sistema de instrumentação rotatória contínua, com número reduzido de instrumentos e pós-usinagem de liga termicamente tratada. Apresenta duas sequências básicas de acordo com a conicidade, .06 para a maioria dos casos e .04 para canais estreitos e altamente curvos (VDW Rotate Brochure, 2019; Keskin *et al.* 2020). O NiTi do ROTATE possui duas cores distintas, uma cor cinza na parte intermediária e uma cor azul parte ativa. Segundo o fabricante, a diferenciação de cores é resultado do tratamento da camada de óxido criada durante o calor pós-usinagem. O VDW.ROTATE possui o projeto de secção transversal “S” adaptado para maior desempenho de corte garantindo que os debris sejam

removidos com eficácia. A centralização do “S” varia entre instrumentos de tamanhos diferentes no sistema de instrumentos VDW.ROTATE (Ertuğrul İ & Orhan 2019). Porém até o momento só há estudos referentes à fadiga cíclica, necessitando de estudos clínicos para avaliação de sua cinemática dentro do canal radicular.

Ensaio atuais avaliam os efeitos na geometria do canal com instrumentos de maior diâmetro (Mamede-Neto *et al.* 2017; Pérez *et al.* 2018; Duque *et al.* 2019) e demonstram que a dilatação apical deve ser maior que o diâmetro apical tradicionalmente recomendado com instrumentos com diâmetro de ponta 0,25mm, devido à secção oval muitas vezes apresentadas pelos canais na região apical (Vertucci 1984; Wu & Wesselink 1995; Wu *et al.* 2000; Lee *et al.* 2006; Wolf *et al.* 2017; Pérez *et al.* 2018), logo a maior dilatação apical é benéfica para reduzir a extrusão de detritos e a presença de bactérias remanescentes (Siqueira Junior *et al.* 2018). Até o momento não há na literatura ensaios que comparem alterações estruturais em canais curvos de raízes mesiais de primeiros molares superiores utilizando os sistemas de instrumentos rotatórios Hyflex EDM e VDW.ROTATE, avaliando a sequência dos instrumentos até maiores dilatações apicais.

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar por meio da microtomografia computadorizada os efeitos decorrentes do preparo em canais curvos utilizando a sequência dos sistemas Hyflex EDM e VDW.ROTATE, até os instrumentos 60.02 e 60.04, respectivamente. Contudo, novos instrumentos de NiTi não devem ocasionar alterações radiculares do tipo desvio, transporte apical ou degrau, não causar o acúmulo de debris para região periapical, devem promover um preparo mais eficaz e seguro em canais com curvaturas acentuadas. A hipótese nula testada é que não há diferença nos efeitos dos preparos entre os sistemas rotatórios avaliados e que mesmo com a sobredilatação não haverá desgaste em todas as paredes do canal.

3.4 MATERIAIS E MÉTODOS

Tamanho da amostra

Para determinar o tamanho da amostra deste estudo um cálculo amostral foi realizado utilizando o software G*Power v3.1 para Mac (Heinrich Heine, Universität Düsseldorf, Alemanha) empregando o teste T para dois grupos independentes, estabelecendo como parâmetros o erro tipo alfa em 0,05, poder beta em 0,80 e uma relação N2/N1 de 1 para todas as variáveis. Dados de volume de canal, remoção de

dentina, áreas não tocadas e debris dos estudos de De-Deus *et al.* 2015 e Gagliardi *et al.* 2015 foram considerados para determinar parte do efeito esperado por este estudo, determinado em 1,055. Portanto foi estipulada uma amostra total de 24 dentes ($n = 12$), porém foram utilizados 15 dentes por grupo considerando a possibilidade de perda de amostras com a metodologia empregada.

Preparo dos espécimes

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (número do processo: 00995218.4.0000.0102). Trinta raízes méso-vestibulares de primeiros e segundos molares superiores humanos extraídos, com curvaturas acentuadas, sem tratamento endodôntico prévio e com rizogênese completa foram selecionadas. Antes do preparo dos canais radiculares, os dentes foram digitalizados por micro-CT (SkyScan 1174v2; Bruker microCT, Kontich, Bélgica). Após análise e caracterização anatômica quanto ao grau de curvatura, tipos de Vertucci (1984) e comprimento das raízes, foram incluídos as raízes com curvatura entre 20° a 40°, de acordo com Schneider (1971), canais tipo I e IV, segundo a classificação de Vertucci (1984), para que fosse realizado o pareamento das amostras com posterior divisão randomizada entre os grupos.

O acesso coronário foi realizado com instrumentos de alta rotação e o comprimento de trabalho (CT) foi medido por meio do método visual. Uma lima K nº 10 (Dentsply Sirona) foi inserida nos canais até que a ponta se tornasse visível no forame apical. Em seguida, o CT foi estabelecido como sendo 1 mm aquém desta medida. Na sequência, por um único operador, os dentes foram submetidos ao preparo químico-mecânico do canal radicular com os seguintes sistemas:

Grupo 1 (Hyflex EDM, $n=15$) instrumentação seriada segundo o fabricante, acionados pelo motor elétrico VDW.Silver Reciproc (VDW) com velocidade de 400 rpm e torque 2.5, após a exploração dos canais radiculares com uma lima tipo K nº 10, utilizamos o instrumento X1-Glide Path 15.04 (Mklife, Porto Alegre, Brasil) para a patência, Hyflex CM 25.08 para preparo do terço cervical, em seguida, por ser canais curvos, utilizamos Hyflex CM 20.04, Hyflex EDM 25~ (one file). Como solução irrigadora foi utilizado 3mL de hipoclorito de sódio a 1%, levado aos canais por meio de seringa e cânulas de irrigação de 29ga (NaviTip, Ultradent). Este procedimento de irrigação foi realizado após cada troca de instrumento. Após o uso do instrumento 25~ o espécime foi novamente escaneado, utilizando os mesmos parâmetros definidos no primeiro

escaneamento da amostra. Após a realização do escaneamento foi realizado uma irrigação ultrassônica passiva (PUI) empregando o inserto E1- Irrisonic 20.01 (Helse Ultrasonic) acoplado ao aparelho de ultrassom (Varios 350, NSK) com potência de 20%. O inserto foi introduzido no canal radicular e acionado por 20 segundos, em seguida a solução irrigadora foi renovada e o procedimento repetido por duas vezes de modo a totalizar 60 segundos de agitação ultrassônica. Um novo escaneamento foi realizado após o PUI. Os espécimes foram instrumentados com Hyflex EDM 40.04, 50.03, finalizando o preparo apical com 60.02 e escaneamentos após o preparo com cada instrumento e realização do PUI, foram realizados para avaliação do alargamento radicular.

Grupo 2 (VDW.Rotate, n=15) seguindo a sequência do fabricante para canais curvos, acionados pelo motor elétrico VDW.Silver Reciproc com velocidade de 350 rpm e torque 2.0, após a exploração dos canais radiculares com uma lima tipo K nº 10 e 15, utilizamos os instrumentos VDW.Rotate 15.04, 20.05 e 25.04 em toda a extensão do conduto e preparo apical. Os espécimes foram escaneados após o uso dos instrumentos 25.04 e novamente escaneados após o protocolo de irrigação e PUI como descrito no grupo 1. Os espécimes foram instrumentados com VDW.Rotate 40.04, 50.04 e 60.04, para finalizar o preparo apical, e escaneados após o preparo com cada instrumento e realização do PUI.

Avaliação por Micro-CT

Um filtro de alumínio de 1 mm, 50 kV, 800 μ A, 16,82 μ m tamanho de voxel, ângulo de rotação de 0,7° e rotação total de 180° e resolução de 1024x1304 foram utilizados como parâmetros configurados no microtomógrafo (SkyScan 1174v2; Bruker-microCT, Kontich, Bélgica). Cada varredura resultou em imagens que foram reconstruídas usando o NRecon software v1.6.4.8 (Bruker-microCT).

Análise dos parâmetros referentes ao preparo

Os canais radiculares, por meio dos programas CTAn e DataViewer (Bruker-microCT), foram avaliados de acordo com os seguintes parâmetros:

- Volume (mm^3) do canal e de dentina removida (%). Foram sobrepostos os dados pré e pós-operatórios para se obter a porcentagem da alteração dos referidos parâmetros após a utilização de cada instrumento avaliado, para isso cada espécime foi segmentado em três porções (1-3mm, 3-6mm e 6-9mm) de

modo a se obter dados dos terços apical, médio e cervical;

- No diâmetro (mm) foram avaliados os segmentos vestibulo-palatino (V-P) e méso-distal (M-D) analisando os dados pré e pós-operatórios nos quatro segmentos (1mm, 3mm, 6mm e 9mm).
- Na espessura de dentina (mm) as paredes vestibular (V), palatina (P), mesial (M) e distal (D) entre grupos foram avaliadas pré e pós-operatórios nos segmentos de 1mm, 3mm, 6mm e 9mm.
- Transporte do canal, que corresponderá ao desvio do eixo central do canal radicular após a sua instrumentação. Tanto a extensão quanto a direção do transporte foram determinados através das medidas das distâncias entre os limites do canal e da raiz nas direções méso-distal (Gambill *et al.*, 1996). O valor do transporte foi expresso em milímetros. O confronto entre as medidas pré e pós-operatórias indicará qual região foi mais desgastada, evidenciando a existência ou não de desvios na trajetória do canal. Um resultado de zero indica ausência de transporte do canal radicular. O resultado positivo transporte do canal para direção mesial, enquanto o negativo indicará o transporte do canal para distal;
- Capacidade de centralização do preparo. Esse parâmetro foi calculado em cada terço do canal radicular, utilizando para isso os valores obtidos no transporte do canal. Esta variável irá representar a capacidade do instrumento em permanecer no eixo central do canal radicular, o resultado “1” indicará a perfeita centralização, enquanto o resultado “0” indicará uma falta de centralização.
- Áreas do canal não tocadas pelo instrumento (%) e acúmulo de debris (%), avaliados por meio da segmentação da área dos canais pré e pós-instrumentação registrada. Para isso foi utilizada uma lista de execução no programa CTAn para análise de superfície.

Análise estatística

Os dados foram digitados e analisados pelo programa Graph Prism 8 (La Jolla, CA, Estados Unidos). A normalidade dos dados foi verificada pelos testes D’Agostino e Pearson. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para as variáveis de volume de canal e dentina, diâmetro, transporte, centralização, debris, áreas tocadas e não tocadas para comparação das medianas entre os grupos. Para comparação intragrupos

quando avaliados mais de três dados, as mesmas variáveis foram analisadas usando os testes de Kruskal-Wallis e Dunn's. A média da espessura de dentina foi analisada com os testes paramétricos ANOVA e Tukey comparando os segmentos de cada grupo e os dados pré e pós-operatório. O nível de significância adotado para todas as análises foi de 5%.

3.5 RESULTADOS

Durante o preparo dos espécimes não houve fratura de instrumento em nenhum dos grupos avaliados. As raízes mesiais foram mensuradas no momento do pareamento e apresentaram uma média de 11mm.

Os valores referentes à mediana, máxima e mínima, do volume dos canais radiculares (FIG.1) nos diferentes segmentos e após preparo com instrumentos 0,25mm, 0,40mm, 0,50mm e 0,60mm encontram-se representados na Tabela 1. Não houve diferença no volume pré-instrumentação entre os grupos, somente houve diferença significativa no volume após o preparo com o instrumento de diâmetro 0,25mm nos segmentos apical, médio, cervical e total. Na análise intragrupos, quando os instrumentos maiores foram usados, todos os sistemas aumentaram significativamente o volume em comparação com o instrumento tamanho 0,25mm, consequentemente se observa a redução de dentina, não havendo diferença entre os sistemas.

TABELA 1 – Representação da mediana (mínimo e máximo) dos valores referentes ao volume (mm³) do canal radicular pré-operatório e após o preparo com instrumentos com diâmetro de 0.25mm, 0.40 mm, 0.50mm e 0.60mm dos sistemas Hyflex EDM e VDW. ROTATE nos segmentos apical, médio, cervical e total.

		Preparo em relação ao canal pré-operatório	
		Hyflex EDM	VDW.ROTATE
Apical	Pré	0.16 ^{aA} (0.06 – 1.27)	0.12 ^{aA} (0.01 – 1.06)
	25	0.49 ^{aAB} (0.23 – 1.56)	0.20 ^{bAB} (0.05 – 1.36)
	40	0.56 ^{aABC} (0.31 -1.60)	0.42 ^{aBC} (0.15 - 1.69)
	50	0.79 ^{aBC} (0.44 – 1.60)	0.57 ^{bC} (0.23 – 1.74)
	60	0.95 ^{aC} (0.61 – 1.86)	0.85 ^{aC} (0.55 – 1.90)
Médio	Pré	0.81 ^{aA} (0.09 – 3.22)	0.64 ^{aA} (0.03 – 2.28)
	25	1.22 ^{aAB} (0.54 – 3.22)	0.84 ^{bAB} (0.48 – 2.88)
	40	1.33 ^{aAB} (0.56 – 4.08)	1.26 ^{aBC} (0.73 -3.22)
	50	1.66 ^{aAB} (0.82 – 3.71)	1.52 ^{aC} (1.04 – 3.34)
	60	1.83 ^{aB} (0.98 – 3.53)	2.07 ^{aC} (1.43 – 3.68)
Cervical	Pré	1.36 ^{aA} (0.47 – 4.08)	1.15 ^{aA} (0.12 – 3.46)
	25	2.37 ^{aAB} (1.45 – 4.08)	1.49 ^{bAB} (0.90 – 4.92)
	40	2.44 ^{aB} (1.45 – 4.49)	2.02 ^{aABC} (1.20 – 5.35)
	50	2.66 ^{aB} (1.51 – 4.19)	2.38 ^{aB} (1.61 – 5.44)
	60	2.67 ^{aB} (1.66 – 4.19)	2.80 ^{aC} (2.00 – 5.54)
Total	Pré	2.52 ^{aA} (0.64 – 8.55)	1.85 ^{aA} (0.17 – 5.15)
	25	4.24 ^{aAB} (2.52 – 8.65)	2.51 ^{bAB} (1.63 – 7.02)
	40	4.36 ^{aAB} (2.66 – 10.18)	3.69 ^{aBC} (2.27 – 8.36)
	50	5.01 ^{aB} (3.04 – 9.35)	4.21 ^{aBC} (3.12 – 8.62)
	60	5.18 ^{aB} (3.65 – 9.27)	5.30 ^{aC} (4.07 – 8.90)

* Diferentes letras sobrescritas minúsculas na mesma linha (entre grupos) e maiúsculas na mesma coluna (intragrupos) indicam diferença estatística (P<0,05).



FIGURA 1- Imagem representativa de reconstruções 3D correspondentes para volume mostrando a sobreposição pré (preto) e pós-operatória (0,25 vermelho, 0,40 verde, 0,50 azul e 0,60 laranja).

Os dados referentes ao diâmetro do canal nos sentidos vestibulo-palatino (V-P) e mésio-distal (M-D), dos segmentos avaliados encontram-se na tabela 3, houve diferença significativa entre os grupos no segmento M-D com instrumento 0,25mm em 3mm, 6mm e 9mm. A análise intragrupos revelou diferenças significativas em todos os grupos demonstrando que o preparo apical aumentou de acordo com diâmetro do instrumento utilizado (Fig. 2).

Tabela 2 – Representação da mediana (mínimo e máximo) dos valores referentes ao diâmetro (mm) do canal radicular pré-operatório e após o preparo com instrumentos 0.25mm, 0.40 mm, 0.50mm e 0.60mm dos sistemas Hyflex EDM e VDW. ROTATE nos segmentos 1mm, 3mm, 6mm e 9mm.

		V-P		M-D	
Segmento da raiz		Hyflex EDM	VDW.ROTATE	Hyflex EDM	VDW.ROTATE
1 mm	Pré	0.37 ^{aA} (0.12 – 1.22)	0.32 ^{aA} (0.14 – 0.67)	0.23 ^{aA} (0.12 – 0.7)	0.26 ^{aA} (0.14 – 0.69)
	25	0.43 ^{aAB} (0.27 – 1.27)	0.40 ^{aAB} (0.23 – 0.68)	0.40 ^{aAB} (0.22 – 0.80)	0.34 ^{aAB} (0.23 – 0.78)
	40	0.51 ^{aAB} (0.33 – 1.35)	0.46 ^{aBC} (0.31 – 0.79)	0.53 ^{aABC} (0.33 – 0.87)	0.48 ^{aBC} (0.34 – 0.89)
	50	0.57 ^{aAB} (0.41 – 1.35)	0.51 ^{aC} (0.41 – 0.83)	0.70 ^{aBC} (0.38 – 1.03)	0.58 ^{aC} (0.40 – 0.97)
	60	0.62 ^{aB} (0.42 – 1.47)	0.61 ^{aC} (0.42 – 0.88)	0.76 ^{aC} (0.45 – 1.88)	0.69 ^{aC} (0.43 – 1.30)
	60	0.70 ^{aA} (0.17 – 2.20)	0.51 ^{aA} (0.13 – 2.25)	0.33 ^{aA} (0.19 – 0.78)	0.25 ^{bA} (0.10 – 0.65)
3 mm	Pré	0.77 ^{aA} (0.48 – 2.66)	0.57 ^{aAB} (0.29 – 2.39)	0.66 ^{aAB} (0.42 – 0.84)	0.44 ^{bAB} (0.33 – 0.71)
	25	0.81 ^{aA} (0.49 – 2.37)	0.64 ^{aAB} (0.49 – 2.4)	0.70 ^{aBC} (0.52 – 0.94)	0.57 ^{aBC} (0.43 – 0.83)
	40	0.79 ^{aA} (0.55 – 2.39)	0.68 ^{aAB} (0.58 – 2.4)	0.84 ^{aBC} (0.64 – 0.98)	0.7 ^{aC} (0.51 – 0.98)
	50	0.92 ^{aA} (0.69 – 2.44)	0.83 ^{aB} (0.70 – 2.4)	0.82 ^{aC} (0.68 – 1.08)	0.86 ^{aBC} (0.68 – 1.13)
	60	1.31 ^{aA} (0.30 – 3.16)	1.24 ^{aA} (0.27 – 3.08)	0.39 ^{aA} (0.19 – 0.74)	0.37 ^{aA} (0.23 – 0.60)
	60	1.34 ^{aA} (0.64 – 3.25)	1.27 ^{aA} (0.51 – 3.08)	0.75 ^{aB} (0.64 – 1.06)	0.58 ^{bAB} (0.49 – 0.78)
6 mm	Pré	1.31 ^{aA} (0.66 – 3.28)	1.41 ^{aA} (0.62 – 3.08)	0.80 ^{aBC} (0.68 – 1.08)	0.72 ^{aBC} (0.62 – 1.12)
	25	1.34 ^{aA} (0.78 – 3.28)	1.44 ^{aA} (0.69 – 3.08)	0.82 ^{aBC} (0.75 – 1.08)	0.82 ^{aC} (0.69 – 1.24)
	40	1.35 ^{aA} (0.78 – 3.29)	1.44 ^{aA} (0.66 – 3.08)	0.89 ^{aC} (0.78 – 1.08)	0.94 ^{aC} (0.80 – 1.24)
	50	1.41 ^{aA} (0.30 – 3.16)	1.53 ^{aA} (0.39 – 3.40)	0.39 ^{aA} (0.19 – 0.74)	0.43 ^{aA} (0.09 – 1.24)
	60	1.51 ^{aA} (0.82 – 2.93)	1.56 ^{aA} (0.65 – 3.40)	0.93 ^{aAB} (0.82 – 1.48)	0.73 ^{bAB} (0.62 – 1.75)
	60	1.54 ^{aA} (0.82 – 2.90)	1.66 ^{aA} (0.72 – 3.53)	0.95 ^{aB} (0.85 – 1.55)	0.89 ^{aBC} (0.75 – 1.88)
9 mm	Pré	1.54 ^{aA} (0.83 – 2.96)	1.67 ^{aA} (0.86 – 3.57)	0.97 ^{aB} (0.88 – 1.62)	0.97 ^{aC} (0.83 – 1.94)
	25	1.55 ^{aA} (0.87 – 2.96)	1.67 ^{aA} (0.95 – 3.57)	1.03 ^{aB} (0.93 – 1.71)	1.08 ^{aC} (0.93 – 2.28)
	40				
	60				

*Diferentes letras sobrescritas minúsculas em cada linha representam diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$) em função de cada segmento (V-P e M-D). Diferentes letras sobrescritas maiúsculas na coluna representam as diferenças intergrupos.

A média e desvio padrão dos valores para a espessura de dentina estão representados na tabela 4. Diferenças significativas ocorreram para todas as comparações entre as paredes e entre os dois grupos. Uma diminuição significativa na espessura da dentina remanescente na parede mesial a 1mm com instrumento VDW.ROTATE 25 e nas distais a 6mm com instrumentos Hyflex EDM 25 e VDW.ROTATE 25 foi observada após o uso de instrumentos progressivamente maiores (Fig. 2).

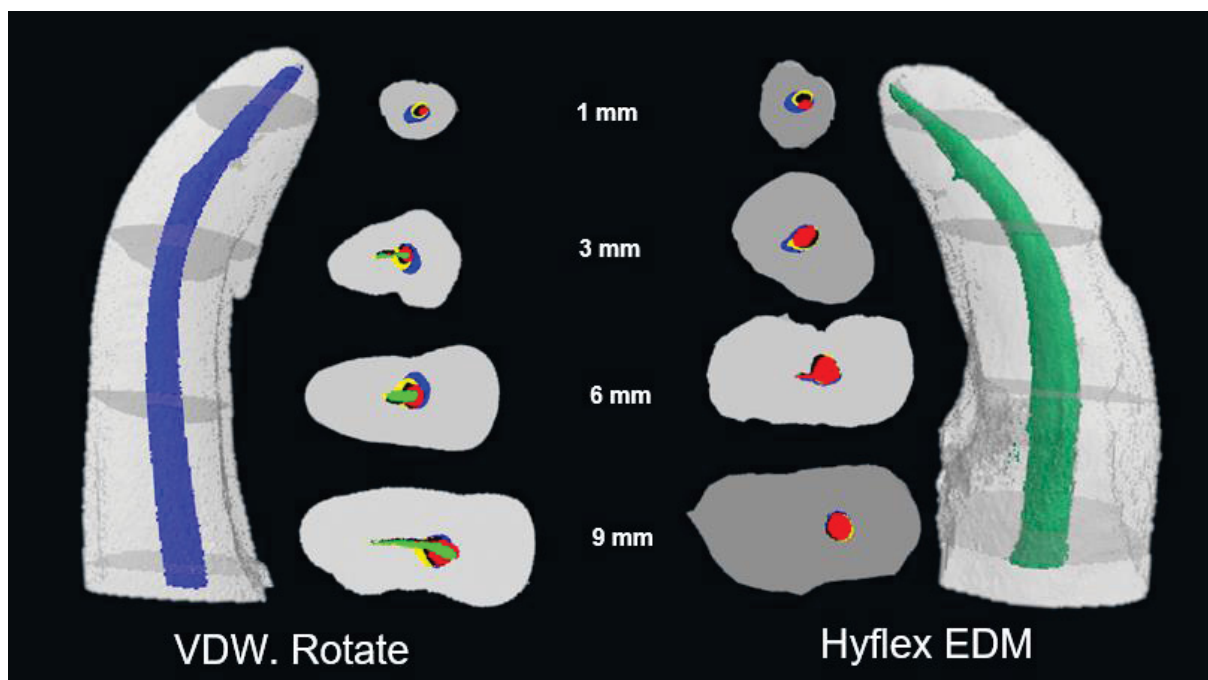


FIGURA 2- Imagem representativa de reconstruções 3D correspondentes para diâmetro e espessura de dentina, mostrando a sobreposição pré (preto) e pós-operatória (0,25 vermelho, 0,40 verde, 0,50 amarelo e 0,60 azul).

TABELA 3 – Representação da média (desvio padrão) dos valores referentes à espessura de dentina radicular (mm³) pré-operatório e após o preparo com instrumentos com diâmetro de 0.25mm, 0.40 mm, 0.50mm e 0.60mm dos sistemas Hyflex EDM e VDW.ROTATE nos segmentos 1mm, 3mm, 6mm e 9mm.

		Hyflex EDM				VDW.ROTATE			
Segmento da raiz		V	P	M	D	V	P	M	D
1 mm	Pré	1.1 acA	1.26 abA	1.29 abA	0.68 acA	1.04 acA	1.64bA	1.28abA	0.87acA
		±0.25	±0.37	±0.38	±0.20	±0.36	±0.68	±0.35	±0.37
	25	1.01 acA	1.21 abA	1.15 abA	0.62 acA	0.97 acA	1.52 bA	1.14 abB	0.80acA
		±0.23	±0.37	±0.34	±0.20	±0.36	±0.63	±0.30	±0.37
	40	0.96 acA	1.18abA	1.10abA	0.58acA	0.92acA	1.47bA	0.99 acB	0.77 acA
		±0.21	±0.36	±0.34	±0.20	±0.37	±0.63	±0.30	±0.37
	50	0.94 aA	1.14 acA	1.05 acA	0.52 bA	0.89 abA	1.41 cA	0.94 aAB	0.74 abA
		±0.20	±0.36	±0.33	±0.25	±0.36	±0.64	±0.29	±0.36
	60	0.89 aA	1.12 abA	1.00 abA	0.49 acA	0.86 acA	1.37 bA	0.90 acAB	0.72 acA
		±0.20	±0.36	±0.32	±0.22	±0.36	±0.64	±0.26	±0.35
	3 mm	1.54 abcdA	2.03 adA	1.29 abcA	1.26 abcA	1.58 abcdA	2.30 adA	1.43±0.37 abcA	1.49 abcA
		±0.31	±0.46	±0.18	±0.29	±0.25	±0.63		±0.34
	25	1.43 aA	1.95 bA	1.13 aB	1.13 aA	1.50 aA	2.25 bA	1.31 aA	1.40 aA
		±0.34	±0.43	±0.19	±0.27	±0.24	±0.60	±0.36	±0.36
	40	1.39 abA	1.89 aA	1.08 abB	1.10 abA	1.44 abA	2.21 aA	1.22 abA	1.33 abA
		±0.34	±0.39	±0.20	±0.24	±0.25	±0.61	±0.33	±0.37
	50	1.28 acA	1.89 bA	1.03 acAB	1.05 acA	0.89 aA	1.41 acA	1.14 acA	1.29 acA
		±0.26	±0.43	±0.21	±0.24	±0.36	±0.64	±0.31	±0.37
	60	1.31 abA	1.79 aA	0.95 abAB	0.99 abA	1.33 abA	2.15 aA	1.07 abA	1.22 abA
		±0.36	±0.47	±0.22	±0.25	±0.27	±0.62	±0.33	±0.37
	6 mm	1.73 acdA	2.78 aA	1.30 bcdA	1.26 bcdA	1.95 acA	2.85 aA	1.49 cdA	1.36 dA
		±0.31	±0.82	±0.16	±0.24	±0.28	±0.82	±0.27	±0.21
	25	1.69 adA	2.70 bA	1.17 acB	0.96 cB	1.85 dA	2.79 bA	1.39 acdA	1.20 acB
		±0.33	±0.80	±0.16	±0.38	±0.30	±0.78	±0.27	±0.22
	40	1.64 adA	2.67 bA	1.13 acB	0.97 cB	1.80 adA	2.75 bA	1.34 acdA	1.03 cBC
		±0.33	±0.81	±0.17	±0.27	±0.30	±0.77	±0.28	±0.24
	50	1.62 adA	2.6 bA	1.09 acB	0.85 cB	1.78 adA	2.73 bA	1.33 acdA	0.95 cC
		±0.35	±0.80	±0.18	±0.36	±0.30	±0.77	±0.28	±0.25
	60	1.58 adA	2.61 bA	1.06 cB	0.85 cB	1.72 adA	2.69 bA	1.30 acdA	0.83 cC
		±0.36	±0.80	±0.18	±0.27	±0.29	±0.73	±0.28	±0.27
	9 mm	2.37 abA	3.52 bA	1.70 acdA	1.33± dA	2.22 abcA	3.31 bA	1.66 cdA	1.52dA
		±0.45	±0.82	±0.23	0.66	±0.30	±0.91	±0.19	±0.50
	25	2.27 aA	3.44 aA	1.47 bcB	1.12 cA	2.15 abA	3.23 aA	1.54 bcAB	1.27 cA
		±0.44	±0.78	±0.20	±0.69	±0.31	±0.87	±0.18	±0.53
	40	2.25 aA	3.43 aA	1.45 bcB	1.13 cA	2.11 abA	3.19 aA	1.44 bcC	1.17 cA
		±0.45	±0.78	±0.20	±0.66	±0.29	±0.85	±0.18	±0.55
	50	2.22 aA	3.41 aA	1.43 bcB	1.11 cA	2.08 abA	3.18 aA	1.41 bcC	1.13 cA
		±0.46	±0.77	±0.19	±0.65	±0.30	±0.84	±0.20	±0.56
	60	2.18 aA	3.34 aA	1.40 bcB	1.05 cA	2.05 abA	3.13 aA	1.36 bcC	1.06 cA
		±0.4	±0.75	±0.18	±0.69	±0.30	±0.82	±0.20	±0.60

* Diferentes letras sobrescritas minúsculas na mesma linha (entre grupos) e maiúsculas na mesma coluna (intragrupos) indicam diferença estatística (P<0,05).

O Transporte e Centralização dos canais estão indicados na tabela 4. Para o transporte houve diferença significativa entre os grupos no segmento 1-3mm com o instrumento 25 e no segmento 6-9mm com o instrumento 60. O grupo VDW.ROTATE apresentou diferença estatística intragrupos nos três segmentos. Na centralização houve diferença estatística entre os grupos a partir do instrumento 40, segmento 3-6mm, tendo o instrumento Hyflex EDM apresentado uma maior centralização em comparação ao VDW. ROTATE.

TABELA 4 - Representação da mediana (mínimo e máximo) dos valores referentes ao transporte (mm) e centralização após o preparo com instrumentos com diâmetro de 0.25mm, 0.40 mm, 0.50mm e 0.60mm dos sistemas Hyflex EDM e VDW.ROTATE nos segmentos 1-3mm, 3-6mm e 6-9mm.

Segmento da raiz		Transporte (mm)		Centralização	
		Hyflex EDM	VDW.Rotate	Hyflex EDM	VDW.Rotate
1-3 mm	25	0.105 ^{aA} (0.029-0.212)	0.027 ^{bA} (0.002-0.224)	0.349 ^{aA} (0.068-0.932)	0.552 ^{aA} (0.111-0.917)
	40	0.091 ^{aA} (-0.145-0.332)	0.061 ^{aA} (-0.004-0.303)	0.49 ^{aA} (0.212-0.81)	0.673 ^{aA} (0.142-0.97)
	50	0.126 ^{aA} (-0.135-0.383)	0.088 ^{aA} (-0.021-0.366)	0.497 ^{aA} (0.322-0.92)	0.649 ^{aA} (0.134-0.952)
	60	0.149 ^{aA} (-0.129-0.427)	0.173 ^{aB} (0.06-0.57)	0.506 ^{aA} (0.334-0.667)	0.521 ^{aA} (0.136-0.726)
3-6 mm	25	-0.005 ^{aA} (-0.165-0.181)	0.002 ^{aA} (-0.086-0.093)	0.727 ^{aA} (0.135-0.993)	0.516 ^{aA} (0.163-0.981)
	40	-0.009 ^{aA} (-0.241-0.158)	-0.83 ^{aA} (-0.388-0.197)	0.703 ^{aA} (0.191-0.98)	0.499 ^{bA} (0.1-0.962)
	50	-0.044 ^{aA} (-0.235-0.15)	-0.11 ^{aA} (-0.422-0.27)	0.79 ^{aA} (0.256-0.943)	0.567 ^{bA} (0.099-0.855)
	60	-0.039 ^{aA} (-0.243-0.143)	-0.194 ^{bB} (-0.509-0.307)	0.677 ^{aA} (0.29-0.982)	0.429 ^{bA} (0.08-0.95)
6-9 mm	25	-0.115 ^{aA} (-0.415-0.219)	-0.174 ^{aA} (-0.304-0.231)	0.476 ^{aA} (0.121-0.667)	0.161 ^{bA} (0.08-0.776)
	40	-0.17 ^{aA} (-0.432-0.22)	-0.314 ^{aA} (-0.531-0.268)	0.435 ^{aA} (0.214-0.937)	0.203 ^{bA} (0.096-0.696)
	50	-0.171 ^{aA} (-0.472-0.247)	-0.331 ^{aA} (-0.57-0.291)	0.449 ^{aA} (0.236-1)	0.242 ^{bA} (0.143- 0.81)
	60	-0.191 ^{aA} (-0,478-0.256)	-0.378 ^{bB} (-0.608-0.35)	0.445 ^{aA} (0.262-0.987)	0.245 ^{bA} (0.157-0.71)

*Diferentes letras sobresscritas minúsculas em cada linha representam diferença estatisticamente significativa em função de cada segmento (transporte e centralização). Diferentes letras sobresscritas maiúsculas na coluna representam as diferenças intragrupos.

Áreas não tocadas pelos instrumentos são mostradas na Tabela 5. Não houve diferenças significativas entre os grupos. Houve diferença intragrupos em ambos os grupos, mostrando uma diminuição progressiva da porcentagem de áreas não tocadas conforme o aumento do diâmetro do instrumento. A mediana, mínimo e máximo, dos valores referentes aos debrís, tabela 5, mostrou que não houve diferença significativa entre os grupos. Intragrupos houve diferença significativa indicando redução de debrís com o aumento do instrumento (Fig. 3).

TABELA 5 – Representação da média, desvio padrão, valores referentes a áreas não tocadas (mm^3 e %) e mediana (mínimo e máximo) dos valores referentes aos debrís do canal radicular após o preparo com instrumentos com diâmetro de 0.25mm, 0.40 mm, 0.50mm e 0.60mm dos sistemas Hyflex EDM e VDW. ROTATE no segmento de 1-9mm.

	Área não tocada (mm2)		Área não tocada (%)		Debris (mm3)		Debris (%)		
Segmento da raiz	Hyflex EDM	VDW. Rotate	Hyflex EDM	VDW. Rotate	Hyflex EDM	VDW. Rotate	Hyflex EDM	VDW. Rotate	
1-9 mm	25	14.02 ^{aA} ±7.71	18.98 ^{aA} ±13.23	39.62 ^{aA} ±13.95	52.12 ^{aA} ±6.92	0.188 ^{aA} (0.015-0.391)	0.175 ^{aA} (0.015-0.728)	4.316 ^{aA} (0.946-13.74)	7.285 ^{aA} (1.033-25.46)
	40	11.21 ^{aA} ± 6.84	14.93 ^{aA} ±9.73	30.47 ^{aA} ±14.38	37.26 ^{aA} ±21.1	0.137 ^{aA} (0.045-0.284)	0.147 ^{aA} (0.031-0.841)	2.859 ^{aA} (0.505-9.833)	2.896 ^{aA} (0.31-15.37)
	50	9.48 ^{aA} ±5.7	13.22 ^{aA} ±9.14	25.04 ^{aB} ±12.28	31.75 ^{aA} ±20.31	0.121 ^{aA} (0.008-0.251)	0.128 ^{aA} (0.012-0.382)	2.558 ^{aB} (0.202-3.89)	3.624 ^{aA} (0.4-9.007)
	60	8.64 ^{aA} ±5.53	10.86 ^{aA} ±8.54	21.84 ^{aB} ±11.98	23.83 ^{aB} ±17.36	0.114 ^{aA} (0.002-0.225)	0.088 ^{aA} (0.01-0.306)	2.252 ^{aB} (0.048-3.706)	2.085 ^{aB} (0.03-6.977)

* Diferentes letras sobrescritas minúsculas na mesma linha (entre grupos) e maiúsculas na mesma coluna (intragrupos) indicam diferença estatística ($P < 0,05$).

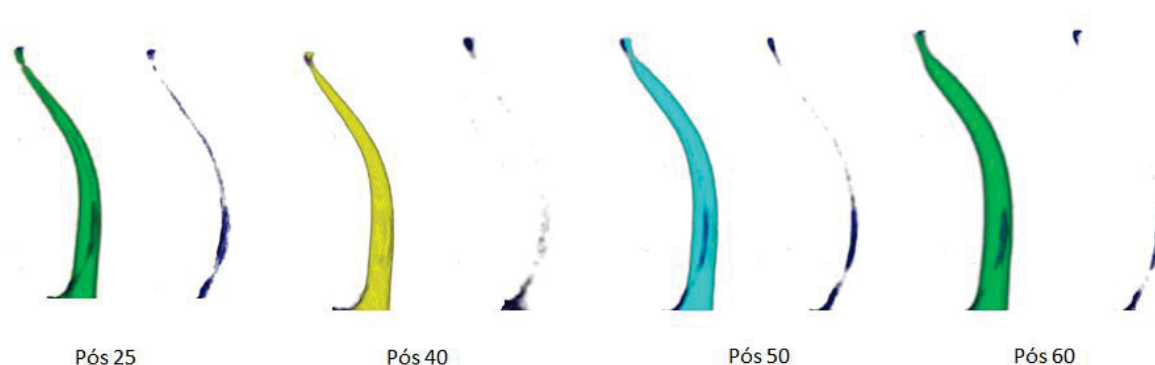


FIGURA 3- Imagem representativa de reconstruções 3D correspondentes para acúmulo de debrís no pós-instrumentação.

3.6 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos decorrentes do preparo de raízes mesiais com curvatura acentuada de molares superiores com instrumentos mecânicos rotatórios Hyflex EDM e VDW.ROTATE. A hipótese nula testada foi aceita, pois não houve diferença nos efeitos dos preparos entre os sistemas rotatórios avaliados.

A presença de curvaturas acentuadas e complexas variações anatômicas internas do sistema de canais radiculares proporcionam dificuldades no preparo e reparo de lesões periapicais (Siqueira Junior *et al.* 2018). Neste estudo, raízes com curvatura acentuada de primeiros e segundos molares superiores variando entre 20° a 40° foram analisadas. Os espécimes foram pareados de acordo com o grau de curvatura usando o método proposto por Schneider (1971) e com os canais tipo I e IV de Vertucci (1984). Os volumes iniciais apical, médio, cervical e total do canal radicular foram medidos previamente e analisados estatisticamente, com nenhuma diferença significativa entre os grupos. Na avaliação dos diâmetros iniciais dos espécimes tampouco houve diferença significativa entre os grupos. Observamos então uma distribuição homogênea entre os grupos de acordo com a comparação estatística entre volumes iniciais e diâmetros dos canais.

Estudos atuais avaliaram os efeitos nos preparos com o uso de instrumentos de maior diâmetro, utilizando cinemática reciprocante e rotatória, e diferentes tratamentos térmicos nas ligas de NiTi (Mamede-Neto *et al.* 2017; Pérez *et al.* 2018; Duque *et al.* 2019). Incisivos e pré-molares foram os objetos de estudos e observaram resultados que mostraram segurança e efetividade do preparo proposto. Até o momento não há relatos na literatura sobre alterações estruturais causados por alargamentos maiores que 0,40mm em raízes mesiais com curvatura acentuada de molares superiores, avaliando toda a sequência progressiva de um sistema de instrumentos rotatórios até diâmetros 0,50mm e 0,60mm. O VDW.ROTATE foi recentemente introduzido no mercado e até o momento só há dois estudos referentes à fadiga cíclica (Ertuğrul İ & Orhan 2019; Keskin *et al.* 2020), por isso é importante avaliar sua cinemática dentro do canal radicular.

O Hyflex EDM 25.08 promoveu maior aumento volumétrico dos canais radiculares no terço apical e total, considerando que os volumes iniciais eram semelhantes, este aumento volumétrico apical pode estar relacionado à maior conicidade nos 4mm apicais do instrumento Hyflex EDM 25.08 (Barreto Pivoto-João *et al.* 2020), diferente do VDW.ROTATE 25.04 que apresenta uma conicidade apical menor. Na análise intragrupos, quando os instrumentos de maiores diâmetros foram usados, todos os sistemas significativamente aumentaram o volume em comparação com os instrumentos diâmetro 25. No entanto a sequência de instrumentos Hyflex EDM 40.04 e 50.03 tem diâmetros menores que a sequência do VDW.ROTATE 40.04 e 50.04, com esta mudança nos diâmetros dos instrumentos ao longo da parte ativa encontramos resultados semelhantes entre Hyflex EDM e VDW.ROTATE em relação ao volume nos terços médio e cervical até os instrumentos 50. Já nos instrumentos do sistema Hyflex EDM 60.02 há um diâmetro menor em relação ao VDW.ROTATE 60.04, observamos então, mesmo sem diferença significativa, um menor volume total após preparo com este instrumento. Este padrão de conicidade do maior instrumento justifica a diferença significativa para a redução do volume de dentina ($P < 0,05$) (Pérez *et al.* 2018; Aydin *et al.* 2019).

O diâmetro V-P é o maior diâmetro dos canais, entre 0,33 e 0,41mm (Wu *et al.* 2000), e a mediana inicial ficou acima de 0,25mm, esses dados mostram que para fazer o batente apical seria necessário pelo menos o instrumento 40, pois um menor que este não tocará em todas as paredes mesmo sendo canais com curvaturas acentuadas. A avaliação para o aumento dos valores de diâmetro do canal radicular segue os padrões relacionados com o diâmetro dos instrumentos utilizados, no segmento de 1mm para V-P não houve diferença entre os sistemas, ou seja, conforme aumenta a dilatação segue o padrão, quase que correspondente ao diâmetro do instrumento. Na sobredilatação do aumento de instrumento há um aumento significativo no sentido M-D. O alargamento apical com instrumentos de maior diâmetro é comprovado em outros estudos (Mamede-Neto *et al.* 2017; Pérez *et al.* 2018; Duque *et al.* 2019).

Acidentes como perfurações, rasgos e desvios são observados avaliando a espessura de dentina das paredes, nos resultados observamos que mesmo não

havendo diferença significativa houve uma diminuição na espessura de dentina na parede distal no segmento de 1mm para o Hyflex EDM 60.02, ficando abaixo do 0,5mm preconizado como área segura de preparo (Elayouti Chu *et al.* 2008). No VDW.ROTATE teve diferença na parede mesial a partir do 25 até o 60 a 1mm e neste segmento, durante o preparo, ocorreu 1 acidente (rasgo) na região apical parede mesial após instrumentação com VDW.ROTATE 60.04. No segmento de 6mm houve uma diferença significativa na parede mesial e distal com Hyflex EDM a partir de 25. No segmento de 9mm houve uma diferença significativa nas paredes mesiais nos preparos com instrumento Hyflex EDM e VDW.ROTATE após o 25, a parede de risco crítico é a parede distal (região de furca) e no comprimento de 8mm (Lim & Stock 1987) e nossos resultados não apresentaram diferença significativa para este segmento. Mesmo apresentando estes resultados favoráveis, há autores que não concordam com esse alargamento apical por que acabam levando à remoção desnecessária de dentina (Elayouti *et al.* 2011). No entanto, há estudos que mostram a redução bacteriana intracanal nos casos de dentes infectados com o alargamento apical e uma maior eficiência na desinfecção com solução irrigadora (Usman *et al.* 2004; Rodrigues *et al.* 2017).

Nas diferentes ligas metálicas avaliadas observamos diferença significativa ($P < 0.05$) somente no instrumento 25, tendo o Hyflex EDM apresentado um maior transporte apical do canal radicular para parede mesial. O transporte apical do canal favorece microrganismos e restos de tecido na dentina e paredes, comprometendo a desinfecção e o correto selamento do sistema de canais radiculares (Wu *et al.* 2000). Estudos consideram transporte apical superior a 0,3 mm como o limite para um impacto negativo no prognóstico clínico do tratamento (Lim & Stock 1987; Pinheiro *et al.* 2018). Neste estudo observamos que os preparo apicais de 0,25mm e 0,40mm ficaram abaixo do limite citado. Quanto à direção do transporte os resultados revelaram uma tendência de transporte de canal radicular para as paredes externas (resultados positivos) do canal radicular no segmento apical para todos os instrumentos, e transporte para parede interna (resultados negativos) do canal radicular nos segmentos médio e cervical, como descrito no estudo dos efeitos do alargamento apical (Sant'Anna Júnior *et al.* 2014). Assim, em canais curvos, um desvio mesial no terço apical (Hwang *et al.* 2014) e um desvio distal no terço coronal (Gambill *et al.* 1996, Hwang *et al.* 2014) é

esperado. Na centralização nenhum instrumento apresentou resultado perfeito de centralização, valor “1”, porém houve diferença significativa nos segmentos 3-6mm e 6-9mm entre os grupos para todos os instrumentos, sendo que o Hyflex EDM apresentou uma maior centralização.

Quanto à presença de debris não houve diferença significativa entre os grupos em mm³ e %. Intragrupos houve diferença significativa na % do instrumento 25 do Hyflex EDM com os instrumentos 50 e 60 e no Rotate com o instrumento 60, havendo uma diminuição da quantidade de debris com instrumentos de maior conicidade, indo de encontro com o estudo que afirma que instrumentos de maior conicidade tendem a produzir menor quantidade de debris (De-Deus *et al.* 2015) e o Hyflex EDM 25.08 se encaixa nesta característica. Para áreas não tocadas não houve diferença significativa, entre os grupos, se observa uma diminuição das áreas não tocadas à medida que o diâmetro do instrumento aumentou, porém áreas permaneceram sem instrumentação, segundo alguns estudos isso pode ser consequência do primeiro instrumento ser menor que o diâmetro anatômico, irregularidades da morfologia, bem como limitações físicas dos instrumentos (Wu *et al.* 2002; Pérez *et al.* 2018). Intragrupos houve diferença significativa em % do instrumento Hyflex EDM 25 com os instrumentos 50 e 60 e no Rotate instrumento 60. Isso está em concordância com estudos anteriores que observaram menos áreas não instrumentadas após grandes preparações. (Pérez *et al.* 2018, Barreto Pivoto-João *et al.* 2020).

3.6 CONCLUSÃO

A sobredilatação do canal foi associada ao aumento de volume do canal radicular e diminuição das áreas não tocadas e do acúmulo de debris, não apresentando alterações significativas após o preparo, apesar disso não gerou contato em todas as paredes de modo eficaz mesmo com os instrumentos de maior diâmetro. O Hyflex EDM e VDW.ROTATE apresentaram centralização semelhante e transporte apical considerado dentro do limite para um bom prognóstico até o instrumento 0,40mm mostrando um preparo efetivo de modelagem dos canais radiculares mesiais com curvatura acentuada em molares superiores.

REFERÊNCIAS

- Aydın ZU, Keskin NB, Özyürek T, Geneci F, Ocak M, Çelik HH (2019) Microcomputed Assessment of Transportation, Centering Ratio, Canal Area, and Volume Increase after Single-file Rotary and Reciprocating Glide Path Instrumentation in Curved Root Canals: A Laboratory Study. *J Endod* **45**(6), 791-796.
- Barreto Pivoto-João MM, Tanomaru-Filho M, Pinto JC, Espir CG, Guerreiro-Tanomaru JM (2020) Root canal preparation and enlargement using thermally-treated nickel- titanium rotary systems in curved canals. *J Endod*.
- De-Deus G, Marins J, Silva EJ *et al.* (2015) Accumulated hard tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-titanium canal preparation. *J Endod* **41**(5), 676-681.
- De-Deus G, Belladonna FG, Silva EJ, Marins JR *et al.* 2015. Micro-CT Evaluation of Non-instrumented Canal Areas with Different Enlargements Performed by NiTi Systems. *Braz Dent J*, **26**(6):624-9.
- De-Deus G, Silva EJ, Vieira VT *et al.* (2017) Blue Thermomechanical Treatment Optimizes Fatigue Resistance and Flexibility of the Reciproc Files. *J Endod* **43**(3), 462-466.
- Duque JA, Vivan RR, Duarte MAH *et al.* (2019) Effect of larger apical size on the quality of preparation in curved canals using reciprocating instruments with different heat thermal treatments. *Int Endod J* **52**(11), 1652-1659.
- Elayouti A, Chu AL, Kimionis I, Klein C, Weiger R, Löst C (2008) Efficacy of rotary instruments with greater taper in preparing oval root canals. *Int Endod J* **41**(12), 1088- 1092.
- Elayouti A, Dima E, Judenhofer MS, Löst C, Pichler BJ (2011) Increased apical enlargement contributes to excessive dentin removal in curved root canals: a stepwise microcomputed tomography study. *J Endod* **37**(11), 1580-1584.
- Ertuğrul İ F, Orhan EO (2019) Cyclic fatigue and energy-dispersive X-ray spectroscopy examination of the novel ROTATE instrument. *Microsc Res Tech* **82**(12), 2042-2048.
- Gagliardi J, Versiani MA, De Sousa-Neto MD, Plazas-Garzon A, Basrani B.(2015) Evaluation of the shaping characteristics of pro taper gold, pro taper next and pro taper universal in curved canals.*J Endod*. **41**(10), 1718-1720.
- Gambill JM, Alder M, Del Rio CE (1996). Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod*. **22**, (7), 369-75.
- Hwang, Y. H., Bae, K. S., Baek, S. H., Kum, K. Y., Lee, W., Shon, W. J., & Chang, S. W. (2014). Shaping ability of the conventional nickel-titanium and reciprocating nickel-titanium file systems: a comparative study using micro-computed tomography. *J Endod*, **40**(8), 1186–1189.
- Iacono F, Pirani C, Generali L *et al.* (2017) Structural analysis of HyFlex EDM instruments.*Int Endod J* **50**(3), 303-313.
- Keskin C, Sivas Yilmaz Ö, Keleş A, Inan U (2020) Comparison of cyclic fatigue resistance of Rotate instrument with reciprocating and continuous rotary nickel-titanium instruments at body temperature in relation to their transformation temperatures. *Clin Oral Investig*.
- Kirchhoff AL, Chu R, Mello I, Garzon AD, dos Santos M, Cunha RS (2015) Glide Path Management with Single- and Multiple-instrument Rotary Systems in Curved Canals: A Micro-Computed Tomographic Study. *J Endod* **41**(11), 1880-1883.
- Lee JK, Ha BH, Choi JH, Heo SM, Perinpanayagam H (2006) Quantitative three-dimensional analysis of root canal curvature in maxillary first molars using micro-computed tomography. *J Endod* **32**(10), 941-945.
- Lim SS, Stock CJ (1987) The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filing compared with the stepback technique. *Int Endod J* **20**(1), 33-39.
- Mamede-Neto I, Borges AH, Guedes OA, de Oliveira D, Pedro FL, Estrela C (2017) Root Canal Transportation and Centering Ability of Nickel-Titanium Rotary Instruments in Mandibular Premolars Assessed Using Cone-Beam Computed Tomography. *Open Dent J* **11**, 71-78.
- Pinheiro SR, Alcalde MP, Vivacqua-Gomes N *et al.* (2018) Evaluation of apical transportation and centring ability of five thermally treated NiTi rotary systems. *Int Endod J* **51**(6), 705-713.
- Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review (2004). *J Endod*. **30**(8):559-67.
- Pérez AR, Alves FRF, Marceliano-Alves MF *et al.* (2018) Effects of increased apical enlargement on the amount of unprepared areas and coronal dentine removal: a micro-computed tomography study. *Int Endod J* **51**(6), 684-690.

- Sant'Anna Júnior A, Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, De-Deus G, Bramante CM, Duarte MA. The effect of larger apical preparations in the danger zone of lower molars prepared using the Mtwo and Reciproc systems (2014). *J Endod*. **40**(11):1855-1859.
- Schilder H (1974) Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* **18**(2), 269-296.
- Siqueira Junior JF, Rôças IDN, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Ricucci D (2018)
- Schneider S. W. (1971). A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology*, **32**(2), 271–275.
- Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Braz Oral Res* **32**(suppl 1), e65.
- Tabassum S, Zafar K, Umer F (2019) Nickel-Titanium Rotary File Systems: What's New? *Eur Endod J* **4**(3), 111-117.
- Usman, N., Baumgartner, J. C., & Marshall, J. G. (2004). Influence of instrument size on root canal debridement. *Journal of endodontics*, **30**(2), 110–112.
- Uslu G, Özyürek T, Yılmaz K (2018) Comparison of Alterations in the Surface Topographies of HyFlex CM and HyFlex EDM Nickel-titanium Files after Root Canal Preparation: A Three-dimensional Optical Profilometry Study. *J Endod* **44**(1), 115-119.
- VDW Rotate Brochure, VDW Dental (2019). Último acesso do <http://www.vdw-dental.com/en/service/brochure-downloads/>
- Vertucci FJ (1984) Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **58**(5), 589-599.
- Wolf TG, Paqué F, Sven Patyna M, Willershausen B, Briseño-Marroquín B (2017) Three-dimensional analysis of the physiological foramen geometry of maxillary and mandibular molars by means of micro-CT. *Int J Oral Sci* **9**(3), 151-157.
- Wu MK, R'Oris A, Barkis D, Wesselink PR (2000) Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **89**(6), 739-743.
- Wu MK, Wesselink PR (1995) Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **79**(4), 492- 496.
- Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E (2018) New thermomechanically treated NiTi alloys - a review. *Int Endod J* **51**(10), 1088-1103.

4 ARTIGO 2

4.1 TÍTULO: Estudo microtomográfico do preparo de canais radiculares com curvatura acentuada utilizando três instrumentos com diferentes ligas de níquel-titânio.

Maria Carolina Botelho Pires de Campos¹

Bruno Cavalini Cavenago^{1,2}

¹Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal do Paraná – UFPR.

² Departamento de Odontologia Restauradora da Universidade Federal do Paraná – UFPR.

* Artigo formatado segundo as normas do periódico *Journal of Endodontics*

4.2 RESUMO

Introdução: O objetivo deste estudo foi avaliar o preparo em canais mesiais com curvatura acentuada de molares superiores usando ProTaper Next (PTN), Hyflex EDM (EDM) e VDW.ROTATE (RT) com análise do micro-CT. **Metodologia:** Trinta canais mesiais de molares superiores com curvatura entre 20° e 40° (Schneider) e tipo I e IV (Vertucci) foram divididos em 3 grupos (n=10): PTN, EDM e RT. Escaneamentos pré e pós-operatórios foram realizados e as alterações de volume, áreas não tocadas, acúmulo de debris e transporte foram analisadas por imagens do micro-CT. A normalidade dos dados foi verificada pelos testes D'Agostino e Pearson. Os testes de Kruskal-Wallis e Dunn's foram utilizados para a variável de volume de canal e transporte na comparação das medianas entre os grupos. Para comparação intragrupos foi utilizado o teste de Mann-Whitney. A média de áreas não tocadas e acúmulo de debris entre os grupos foram analisados com o teste paramétrico ANOVA e Tukey e teste t para os dados pré e pós-operatórios. O nível de significância adotado para todas as análises foi de 5% ($P < .05$). **Resultados:** Durante o preparo nenhum instrumento fraturou. O Hyflex EDM apresentou um maior aumento de volume ($P < 0,05$) com instrumento 25. Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para debris, áreas não tocadas e transporte entre os grupos. **Conclusão:** Este estudo mostrou que os três instrumentos analisados prepararam as raízes mesiais com curvatura acentuada de molares superiores sem diferenças significativas. A instrumentação aumentou o volume, diminuiu as áreas não tocadas e o acúmulo de debris. Na região apical o VDW.ROTATE apresentou um menor transporte para parede mesial.

Palavras-chaves: Canais curvos, Hyflex EDM, micro-CT, ProTaper Next, VDW.ROTATE.

4.3 INTRODUÇÃO

Os canais radiculares sofrem alterações após o preparo devido à anatomia do canal radicular, design do instrumento, ligas metálicas usadas na fabricação e o método de instrumentação (1, 2). Quanto à anatomia do canal radicular, especialmente ao preparar canais curvos, erros iatrogênicos, transporte de canal radicular e instrumentação insuficiente ou excessiva da estrutura dentária, podem acontecer e levar ao insucesso (3, 4, 5). Por isso avaliar a qualidade do preparo do canal radicular é de grande importância para a seleção do sistema de instrumentos apropriado (2). Os instrumentos rotatórios de NiTi se tornaram um importante adjuvante da modelagem do canal devido à superelasticidade da liga de NiTi, proporcionando maior flexibilidade e permitindo que os instrumentos sigam efetivamente a trajetória original do canal radicular (6-8).

Nos últimos anos, tratamentos térmicos foram utilizados para aperfeiçoar a microestrutura dos instrumentos de NiTi. (9). Tratamentos na fabricação da liga de NiTi como usinagem térmica, mecânica, eletropolimento e usinagem de descarga elétrica foram desenvolvidos a fim de melhorar as propriedades mecânicas dos instrumentos endodôntico de NiTi (10). O principal objetivo desses tratamentos é conferir uma fase mais martensítica aos instrumentos à temperatura normal do corpo, para tornar o instrumento mais flexível apresentando uma melhor resistência à fadiga cíclica e maior ângulo de deflexão na falha quando comparado com NiTi convencional (11). As ligas de NiTi podem ser subclassificadas como os instrumentos que contêm principalmente a fase austenítica (NiTi convencional, MWire e fase R) e os que contêm a fase martensítica (liga com controle de memória - CM, Gold e Blue) (10, 11).

O ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Ba Ilaignes, Suíça) é um sistema de instrumentos NiTi, fabricado com a tecnologia M-Wire que lhe confere mais resistência à fadiga flexural e flexibilidade. Ele tem um design retangular descentralizado e conicidades progressivos e regressivos em um único instrumento, fato que minimiza o contato entre a lima e a dentina (12, 13). O sistema HyFlex EDM (Coltène/Whaledent, Altstätten, Suíça), é um sistema de instrumentos NiTi fabricado usando liga CM por intermédio da tecnologia de usinagem de descarga elétrica (EDM). De acordo com a análise de difração de raios X, o Hyflex EDM é um composto de martensita e fase R, apresenta uma resistência à fadiga cíclica significativamente

aumentada em comparação à liga CM, MWire e sistemas NiTi convencionais (14). Recentemente foi introduzido no mercado o VDW.ROTATE (VDW GmbH, Munique, Alemanha) um novo sistema de instrumentação rotatória contínua, com número reduzido de instrumentos e pós-usinagem de liga termicamente tratada. Apresenta duas sequências básicas de acordo com a conicidade, .06 para a maioria dos casos e .04 para canais estreitos e altamente curvos (15). O NiTi dos instrumentos ROTATE possui duas cores distintas, uma cor cinza na parte intermediária e uma cor azul na parte ativa. Segundo o fabricante, a diferenciação de cores é resultado do tratamento da camada de óxido criada durante o calor pós-usinagem. O ROTATE possui o projeto de seção transversal “S” adaptado para maior desempenho de corte garantindo que os debris sejam removidos com eficácia e para manter a centralização do instrumento. A centralização do “S” varia entre instrumentos de tamanhos diferentes no sistema de instrumentos ROTATE (16). Sugere-se que a liga Blue apresenta um melhor desempenho geral quando comparado com o NiTi superelástico M-Wire convencional, demonstrando maior flexibilidade e resistência à fadiga, e microdureza reduzida, mantendo características semelhantes da superfície (10, 17).

Ensaio atuais estão avaliando os efeitos na geometria do canal com instrumentos de maior diâmetro (18-20), pois estudos mostram que o diâmetro apical se apresenta com formato oval e tamanhos que não justifiquem a finalização apical com preparos com instrumento 0,25 (21, 22, 26-27), justificando o alargamento apical que é benéfico para reduzir a extrusão de detritos e a presença de bactérias remanescentes (29). Até o momento não há na literatura ensaios que comparem alterações estruturais em canais curvos de molares superiores com os instrumentos rotatórios até 0,40mm com ProTaper Next, Hyflex EDM e VDW.Rotate. Portanto, o objetivo deste estudo é avaliar o volume do canal, áreas não tocadas, acúmulo de debris e transporte em raízes mesiais com curvatura acentuada de molares superiores usando diferentes ligas de NiTi com análise do micro-CT. A hipótese nula do presente estudo é que não haverá diferenças significativas entre os sistemas dos instrumentos testados nos parâmetros analisados após o preparo do canal radicular.

4.4 MATERIAIS E MÉTODOS

Cálculo do tamanho da amostra

Para determinar o tamanho da amostra deste estudo um cálculo amostral foi realizado utilizando o software G*Power v3.1 para Mac (Heinrich Heine, Universität Düsseldorf, Alemanha) com o teste Shapiro Wilk. Os dados de quantidade de superfície não tocada e transporte do canal radicular de Belladonna et al. (2018) (28) foram considerados para determinar o efeito esperado por este estudo. O erro tipo alfa foi fixado em 0,05 e o poder beta 0,8; uma relação N2/N1 de 1 foi estabelecida. Um total de 10 dentes foi determinado para cada grupo.

Seleção de Amostra

Após aprovação do comitê de ética (00995218.4.0000.0102), 30 raízes mesiais com curvatura acentuada de molares superiores, sem tratamento endodôntico prévio e com rizogênese completa, foram pareadas e selecionadas para o estudo. Os canais usados eram do tipo I e IV, segundo a classificação de Vertucci (23) e curvaturas variadas de 20° a 40°, de acordo com Schneider (24), analisadas com o programa ImageJ (National Institutes of Health, Bethesda, MD). As cavidades de acesso endodôntico foram preparadas, em seguida um arquivo K # 10 (Dentsply Sirona) foi inserido no canal radicular até que fosse visível no forame apical, e o comprimento de trabalho (CT) de cada canal radicular mesial foi determinado como sendo 1 mm aquém deste comprimento.

Preparo químico-mecânico

Grupo 1: PTN. Os canais foram explorados com uma lima tipo K10 até o CT em seguida foi utilizada a sequência técnica do sistema ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) recomendada pelo fabricante, utilizando o motor elétrico VDW.Silver Reciproc (VDW) programado com velocidade de 300 rpm e torque 2. O primeiro instrumento empregado foi o Glide Path 16.02 (Mklife, Porto Alegre, Brasil), seguindo com os instrumentos X1 (17.04) e X2 (25.06). Como solução irrigadora foi utilizada 3 ml de hipoclorito de sódio a 1%, levado aos canais por meio de seringa e cânulas de irrigação de 29ga (Navitip, Ultradent). Este procedimento de irrigação foi realizado após cada troca de instrumento. Após o uso do instrumento X2 o espécime foi novamente escaneado, utilizando os mesmos parâmetros definidos no primeiro

escaneamento da amostra. Após a realização do escaneamento foi realizado uma irrigação ultrassônica passiva (PUI) empregando o inserto E1-Irris Sonic 20.01 (Helse Ultrasonic) acoplado ao aparelho de ultrassom (Varios 350, NSK) com potência de 20%. O inserto foi introduzido no canal radicular e acionado por 20 segundos, em seguida a solução irrigadora foi renovada e o procedimento repetido por duas vezes de modo a totalizar 60 segundos de agitação ultrassônica. Um novo escaneamento foi realizado após o PUI. Os preparos e realização do PUI foram sequencialmente realizados após o preparo com cada instrumento X3 (30.07) e X4 (40.06), e novos escaneamentos foram realizados.

Grupo 2: EDM. Neste grupo realizou-se instrumentação seriada segundo o fabricante, acionados pelo motor elétrico VDW.Silver Reciproc (VDW) com velocidade de 400 rpm e torque 2.5, após a exploração dos canais radiculares com uma lima tipo K nº 10, utilizamos o instrumento X1-Glide Path 15.04 (Mklife, Porto Alegre, Brasil) para a patência, Hyflex EDM 25.08 para preparo do terço cervical, em seguida, para canais curvos, utilizamos Hyflex CM 20.04, Hyflex EDM 25~ (one file). Os espécimes foram escaneados após o uso dos instrumentos 25~. Os protocolos de irrigação e escaneamentos foram realizados da mesma forma como descrito no grupo 1. Os espécimes foram instrumentados com Hyflex EDM 40.04, para preparo apical final, protocolo de irrigação e novamente escaneamentos.

Grupo 3: RT. Foi empregada a sequência do fabricante para canais curvos, acionados pelo motor elétrico VDW.Silver Reciproc com velocidade de 350 rpm e torque 2, após a exploração dos canais radiculares com uma lima tipo K nº 10 e 15, utilizamos os instrumentos VDW.Rotate 15.04, 20.05 e 25.04 em toda a extensão do conduto e preparo apical. Os espécimes foram escaneados após o uso dos instrumentos 25.04 e novamente escaneados após o protocolo de irrigação e PUI como descrito no grupo 1. Os espécimes foram instrumentados com VDW.Rotate 35.04 e 40.04, para finalizar o preparo apical, e escaneados após o preparo com cada instrumento e realização do PUI.

Análise microtomográfica

Para a análise de micro-CT (SkyScan 1174v2; Bruker microCT, Kontich, Bélgica) um filtro de alumínio de 1 mm, 50 kV, 800 µA, 16,82 µm tamanho do voxel, ângulo de rotação de 0,7° e rotação total de 180° foram usados como parâmetros de

varredura. Cada varredura resultou em imagens que foram reconstruídas usando o NRecon software v1.6.4.8 (Bruker-microCT).

Avaliação do preparo dos canais

Por meio do programa DataViewer 1.5.1 foram realizados os registros (sobreposição) tanto para as imagens bidimensionais quanto tridimensionais. Para realizar tal tarefa dois conjuntos de imagens reconstruídas foram utilizadas, uma referência e outra o alvo. Para o registro três vistas ortogonais foram apresentadas para realizar a sobreposição, sendo os planos x-y (corte transaxial), x-z (corte coronal) e y-z (corte sagital). Para o presente estudo todas as amostras que foram escaneadas após cada instrumento dos diferentes sistemas e grupos dentários são o alvo, já as imagens do primeiro escaneamento, prévio ao preparo dos canais, são a referência. Dessa forma todas as bases de imagens pós-preparo foram registradas com suas respectivas imagens iniciais, para se prosseguir com todas as análises que foram realizadas referentes ao preparo dos canais radiculares.

Análise dos parâmetros referentes ao preparo

Os canais radiculares, por meio dos programas CTAn e DataViewer (Bruker-microCT), foram avaliados de acordo com os seguintes parâmetros:

- Volume (mm^3) do canal. Serão confrontados os dados pré e pós-operatórios para se obter a porcentagem da alteração dos referidos parâmetros após a utilização de cada instrumento avaliado, para isso cada espécime será segmentado em porções (1-3mm, 3-6mm, 6-9mm e 1-9mm) do modo a se obter dados dos terços apical, médio, cervical e total;
- Áreas do canal não tocadas (%) pelo instrumento, avaliada por meio da segmentação da área dos canais pré e pós-instrumentação registrados. Para isso será utilizada uma lista de execução no programa CTAn para análise de superfície.
- O acúmulo de debris presentes no sistema de canais radiculares será avaliado por meio do registro das imagens pré e pós-operatórias. Para identificar a presença de debris foram consideradas áreas dos canais radiculares, representadas no primeiro escaneamento por voxels radiolúcidos, que se encontram ocupadas por voxels radiopacos nas imagens pós-operatórias. Após a

identificação foi realizada a segmentação dos debris para posterior cálculo de seu respectivo volume (mm^3).

- Transporte do canal, que corresponderá ao desvio do eixo central do canal radicular após a sua instrumentação. Tanto a extensão quanto a direção do transporte foram determinados através das medidas das distâncias entre os limites do canal e da raiz nas direções méso-distal (25). O valor do transporte foi expresso em milímetros. O confronto entre as medidas pré e pós-operatórias indicará qual região foi mais desgastada, evidenciando a existência ou não de desvios na trajetória do canal. Um resultado de zero indica ausência de transporte do canal radicular e um resultado positivo, transporte do canal para direção mesial, enquanto o negativo indicará o transporte do canal para distal.

Análise Estatística

Os dados foram digitados e analisados pelo programa Graph Prism 8 (La Jolla, CA, Estados Unidos). A normalidade dos dados foi verificada pelos testes D'Agostino e Pearson. Os testes de Kruskal-Wallis e Dunn's foram utilizados para a variável de volume de canal para comparação das medianas entre os grupos. Para comparação intragrupos foi utilizado o teste de Mann-Whitney. A média transporte, áreas não tocadas e acúmulo de debris entre os grupos foram analisados com o teste paramétrico ANOVA e Tukey e Teste T para os dados pré e pós-operatórios. O nível de significância adotado para todas as análises foi de 5% ($P < 0,05$).

4.5 RESULTADOS

Durante o preparo dos espécimes não houve fratura de instrumento em nenhum dos grupos avaliados. As raízes mesiais foram mensuradas no momento do pareamento e apresentaram uma média de 11mm.

Os valores referentes à mediana, máxima e mínima, do volume dos canais radiculares (FIG. 3) nos diferentes segmentos e após preparo com instrumentos 0,25mm e 0,40mm encontram-se representados na Tabela 6. Não houve diferença no volume pré-instrumentação entre os grupos, somente houve diferença significativa no volume (mm^3) após o preparo com o instrumento de diâmetro 0,25mm nos segmentos apical e total. Na análise intragrupos, quando os instrumentos maiores foram usados,

todos os sistemas aumentaram significativamente o volume em comparação com o instrumento tamanho 0,25mm.

Tabela 6 – Representação da mediana (mínimo e máximo) dos valores referentes ao volume (mm³ e %) do canal radicular pré-operatório e após o preparo com instrumentos com diâmetro de 0.25mm e 0.40mm dos sistemas Hyflex EDM, VDW. ROTATE e ProTaper Next nos segmentos apical, médio, cervical e total.

		Volume (mm ³)			Volume (%)		
		Hyflex EDM	VDW.Rotate	ProTaper Next	Hyflex EDM	VDW.Rotate	ProTaper Next
Apical	Pré	0.15 ^{aA} (0.06 – 1.27)	0.15 ^{aA} (0.01 – 0.24)	0.12 ^{aA} (0.04 – 0.62)			
	25	0.48 ^{aAB} (0.23 – 1.56)	0.23 ^{bAB} (0.05 – 3.27)	0.25 ^{abAB} (0.12 – 0.66)	185.00 ^{aA} (22.3 – 311)	76.66 ^{aA} (19.03 – 408.6)	114.50 ^{aA} (5.10 – 720.40)
	40	0.53 ^{aB} (0.31 – 1.56)	0.41 ^{aC} (0.15 – 0.62)	0.63 ^{aB} (0.28 – 1.06)	242.00 ^{aA} (22.22 – 425.30)	184.60 ^{aB} (90.28 – 1014.00)	402.00 ^{aB} (69.43 – 1119.00)
	Pré	0.70 ^{aA} (0.18 – 3.03)	0.59 ^{aA} (0.13 – 1.35)	0.50 ^{aA} (0.16 – 2.38)			
	25	1.19 ^{aA} (0.54 – 3.13)	0.84 ^{aAB} (0.48 – 1.80)	0.83 ^{aAB} (0.49 – 2.78)	100.90 ^{aA} (3.16 – 216.10)	59.30 ^{aA} (21.03 – 312.00)	87.22 ^{aA} (16.81 – 257.50)
	40	1.30 ^{aA} (0.56 – 3.35)	1.20 ^{aB} (0.73 – 2.38)	1.52 ^{aB} (0.93 – 3.39)	115.20 ^{aA} (10.50 – 204.40)	162.60 ^{aA} (74.38 – 449.60)	215.20 ^{aB} (42.12 – 729.90)
Cervical	Pré	1.31 ^{aA} (0.64 – 2.90)	1.21 ^{aA} (0.20 – 3.46)	1.01 ^{aA} (0.57 – 3.01)			
	25	2.12 ^{aB} (1.46 – 3.39)	1.44 ^{aAB} (0.90 – 4.92)	1.77 ^{aAB} (1.30 – 3.94)	64.74 ^{aA} (16.86 – 175.90)	53.27 ^{aA} (8.07 – 342.00)	90.37 ^{aA} (30.91 – 189.60)
	40	2.29 ^{aB} (1.45 – 3.64)	2.00 ^{aB} (1.20 – 5.35)	2.44 ^{aB} (1.76 – 4.42)	71.97 ^{aA} (25.65 – 186.00)	87.10 ^{aA} (30.76 – 486.80)	158.50 ^{aA} (46.67 – 242.40)
	Pré	2.14 ^{aA} (1.09 – 7.22)	1.80 ^{aA} (0.37 – 5.03)	1.66 ^{aA} (0.86 – 6.02)			
	25	3.82 ^{aAB} (2.52 – 8.08)	2.38 ^{bAB} (1.63 – 7.02)	2.77 ^{abAB} (1.98 – 7.39)	78.80 ^{aA} (12.05 – 186.20)	57.24 ^{aA} (13.37 – 337.50)	94.66 ^{aA} (22.64 – 207.70)
	40	4.12 ^{aB} (2.66 – 8.56)	3.66 ^{aB} (2.27 – 8.36)	4.50 ^{aB} (2.98 – 8.87)	91.56 ^{aA} (18.66 – 190.90)	123.10 ^{aA} (50.55 – 510.50)	197.00 ^{aB} (47.24 – 362.70)
Total							

*Diferentes letras sobrescritas minúsculas na mesma linha (entre grupos) e maiúsculas na mesma coluna (ntragrupos) indicam diferença estatística (P<0,05).

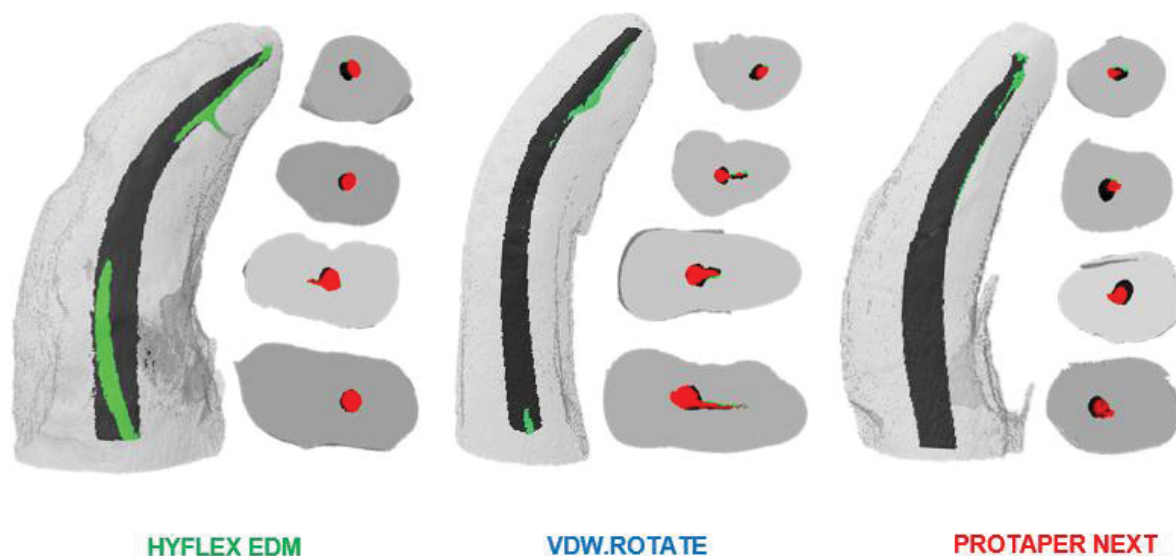


FIGURA 4 - Imagem representativa de reconstruções 3D correspondentes volume com sobreposição das imagens pré (verde), pós 25 (vermelho) e pós 40 (preto).

Acúmulo de debris e áreas não tocadas pelos instrumentos são mostrados na Tabela 7. Não houve diferenças significativas entre os grupos ou intragrupos, mostrando uma diminuição progressiva da quantidade de debris (mm^3 e %) e da porcentagem de áreas não tocadas conforme o aumento do diâmetro do instrumento.

TABELA 7 – Representação da média, desvio padrão, dos valores referentes à debris (mm^3 e %) e áreas não tocadas (%) do canal radicular após o preparo com instrumentos com diâmetro de 0.25mm e 0.40 mm dos sistemas Hyflex EDM, VDW.Rotate e ProTaper Next segmento de 1-9mm.

Segmento da raiz		Debris (mm^3)			Debris (%)			Área não tocada (%)		
		Hyflex EDM	VDW. ROTATE	ProTaper Next	Hyflex EDM	VDW. ROTATE	ProTaper Next	Hyflex EDM	VDW. ROTATE	ProTaper Next
1-9 mm	25	0.176 ^{aA} ±0.108	0.283 ^{aA} ±0.263	0.284 ^{aA} ±0.259	5.51 ^{aA} ±3.26	10.14 ^{aA} ±8.12	7.09 ^{aA} ±4.938	40.01 ^{aA} ±12.5	53.44 ^{aA} ±28.85	47.91 ^{aA} ±19.72
	40	0.140 ^{aA} ±0,101	0.165 ^{aA} ±0.156	0.209 ^{aA} ±0.226	4.06 ^{aA} ±2.97	5.26 ^{aA} ±4.56	3.838 ^{aA} ±3.704	29.9 ^{aA} ±14.68	38.15 ^a ^A ±22.53	33.85 ^{aA} ±23.67

*Diferentes letras sobrescritas minúsculas na mesma linha (entre grupos) e maiúsculas na mesma coluna (intragrupos) indicam diferença estatística ($P < 0,05$).

As média, desvio padrão, dos valores referentes ao transporte estão apresentadas na tabela 8. Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os sistemas.

TABELA 8 – Representação da média, desvio padrão, dos valores referentes ao transporte (mm) do canal radicular após o preparo com instrumentos de diâmetro 0,25mm e 0,40mm dos sistemas Hyflex EDM, VDW. ROTATE e ProTaper Next nos segmentos 1-3mm, 3-6mm e 6-9mm.

Segmento da raiz		Transporte (mm)		
		Hyflex EDM	VDW.Rotate	ProTaper Next
1-3 mm	25	0.089 ^{aA}	0.017 ^{aA}	0.111 ^{aA}
		±0.082	±0.04	±0.129
	40	0.094 ^{aA}	0.077 ^{aA}	0.193 ^{aA}
3-6 mm	25	±0.126	±0.089	±0.166
		-0.008 ^{aA}	0 ^{aA}	-0.002 ^{aA}
	40	±0.104	±0.060	±0.061
6-9 mm	25	-0.031 ^{aA}	-0.078 ^{aA}	-0.145 ^{aB}
		±0.122	±0.137	±0.105
	40	-0.052 ^{aA}	-0.14 ^{aA}	-0.179 ^{aA}
	25	±0.160	±0.108	±0.169
		-0.085 ^{aA}	-0.231 ^{aA}	-0.240 ^{aA}
	40	±0.186	±0.128	±0.187

*Diferentes letras sobrescritas minúsculas na mesma linha (entre grupos) e maiúsculas na mesma coluna (intragrupos) indicam diferença estatística (P<0,05).

4.6 DISCUSSÃO

Os instrumentos ProTaper Next, Hyflex EDM e VDW. ROTATE, que são instrumentos com ligas de NiTi e secções transversais diferentes, foram avaliados quanto as possíveis alterações estruturais no canais radiculares. Os instrumentos endodônticos de NiTi tendem a retificar dentro de um canal radicular curvo resultando em uma força lateral sobre ele (10) e na complexa variação anatômica dos sistemas de canais a curvatura introduz dificuldades no preparo porque a ação de corte dos instrumentos ao longo dos canais curvos está mais concentrado em algumas paredes que outras (29). Para amenizar as dificuldades no preparo de canais curvos tratamentos na fabricação da liga de NiTi foram desenvolvidos a fim de melhorar as propriedades mecânicas dos instrumentos endodônticos (6; 10), proporcionando maior flexibilidade e melhor resistência à fadiga cíclica (11). E alguns estudos apresentaram resultados favoráveis na inclusão do pré-alargamento, que fornece aos instrumentos um caminho mais direto para o terço apical, enquanto diminui qualquer resistência cervical, amenizando a possibilidade de causar maiores alterações prejudicando o prognóstico (1, 30).

Os volumes iniciais apical, médio, cervical e total do canal radicular foram

medidos previamente e analisados estatisticamente, com nenhuma diferença significativa entre os grupos. Porém, observou-se um aumento volumétrico conforme o aumento do diâmetro do instrumento, que é o padrão relatado nos estudos que avaliam os preparos de canais com diferentes instrumentos (5, 8).

Quanto à presença de debris não houve diferença significativa entre os grupos e nem intragrupos em mm³ e %. Contudo, houve uma diminuição da porcentagem de debris com instrumentos de maior conicidade, indo de encontro com o estudo que afirma que instrumentos de maior conicidade tendem a produzir menor quantidade de debris (31) e o Hyflex EDM 25.08 se encaixa nesta característica, seguido ProTaper Next 25.06. Não houve diferença significativa na porcentagem de áreas não tocadas entre os grupos, mesmo assim, se observa uma diminuição das áreas não tocadas à medida que o diâmetro do instrumento aumentou. Isso está em concordância com estudos anteriores que observaram menos áreas não instrumentadas após grandes preparações (8, 20, 32).

Nas diferentes ligas metálicas avaliadas não houve diferença significante entre os grupos. Porém, observamos que o instrumento 25.04 do VDW. ROTATE apresentou menor transporte apical do canal radicular para parede mesial, podendo então a secção transversal em “S” e o diâmetro do instrumento menor em relação ao 25.08 (Hyflex EDM) e 25.06 (PTN) ter influenciado nesta característica. O transporte apical do canal favorece microrganismos e restos de tecido na dentina e paredes, comprometendo a desinfecção e o correto selamento do sistema de canais radiculares (28). Estudos consideram transporte apical superior a 0,3 mm como o limite para um impacto negativo no prognóstico clínico do tratamento (33; 34). Neste estudo observamos que todos os preparos apicais ficaram abaixo do limite citado, então instrumentos com maiores diâmetros e tapers podem ser usados em canais curvos por causa do transporte mínimo (13, 19, 21, 33). Quanto à direção do transporte os resultados revelaram uma tendência de transporte de canal radicular para as paredes externas (resultados positivos) do canal radicular no segmento apical para todos os instrumentos, e transporte para parede interna (resultados negativos) do canal radicular nos segmentos médio e cervical uma maior tendência de retificação dos instrumento, como descrito no estudo dos efeitos do alargamento apical (35). Assim, em canais

curvos, um desvio mesial no terço apical e um desvio distal no terço coronal (25) são esperados.

4.7 CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que os três instrumentos, de ligas metálicas diferentes, prepararam as raízes mesiais com curvatura acentuada de molares superiores, apesar de não ter diferenças significativas. O preparo com instrumentos 0,40mm, em todos os grupos, aumentou o volume, diminuiu as áreas não tocadas e o acúmulo de debris. Na região apical o VDW.ROTATE apresentou um menor transporte para parede mesial e o ProTaper Next apresentou um maior transporte em todos os segmentos.

REFERÊNCIAS

1. Kirchhoff AL. Chu R. Mello I. Garzon AD. dos Santos M. Cunha RS. Glide Path Management with Single- and Multiple-instrument Rotary Systems in Curved Canals: A Micro-Computed Tomographic Study. *J Endod.* 2015;4:1880-3.
2. Aydın ZU. Keskin NB. Özyürek T. Geneci F. Ocak M. Çelik HH. Microcomputed Assessment of Transportation, Centering Ratio, Canal Area, and Volume Increase after Single-file Rotary and Reciprocating Glide Path Instrumentation in Curved Root Canals: A Laboratory Study. *J Endod.* 2019;45:791-6.
3. Weine FS. Kelly RF. Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod.* 1975;1:255-62.
4. Capar ID. Ertas H. Ok E. Arslan H. Ertas ET. Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *J Endod.* 2014;40:852-6.
5. Pasqualini D. Alovisi M. Cemenasco A. Mancini L. Paolino DS. Bianchi CC. et al. Micro-Computed Tomography Evaluation of ProTaper Next and BioRace Shaping Outcomes in Maxillary First Molar Curved Canals. *J Endod.* 2015;41:1706-10.
6. Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J.* 2000;33:297-310.
7. Shen Y. Coil JM. Zhou H. Zheng Y. Haapasalo M. HyFlex nickel-titanium rotary instruments after clinical use: metallurgical properties. *Int Endod J.* 2013;46:720-9.
8. Zhao D. Shen Y. Peng B. Haapasalo M. Micro-computed tomography evaluation of the preparation of mesiobuccal root canals in maxillary first molars with Hyflex CM, Twisted Files, and K3 instruments. *J Endod.* 2013;39:385-8.
9. Uslu G. Özyürek T. Yılmaz K. Comparison of Alterations in the Surface Topographies of HyFlex CM and HyFlex EDM Nickel-titanium Files after Root Canal Preparation: A Three-dimensional Optical Profilometry Study. *J Endod.* 2018;44:115-9.
10. Zupanc J. Vahdat-Pajouh N. Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys - a review. *Int Endod J.* 2018;51:1088-103.
11. Tabassum S. Zafar K. Umer F. Nickel-Titanium Rotary File Systems: What's New? *Eur Endod J.* 2019;4:111-7.
12. Fairbourn DR. McWalter GM. Montgomery S. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *J Endod.* 1987;13:102-8.
13. Capar ID. Arslan H. Akcay M. Ertas H. An in vitro comparison of apically extruded debris and instrumentation times with ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptive, and HyFlex instruments. *J Endod.* 2014;40:1638-41.
14. Iacono F. Pirani C. Generali L. Bolelli G. Sassatelli P. Lusvarghi L. et al. Structural analysis of HyFlex EDM instruments. *Int Endod J.* 2017;50:303-13.

15. Keskin C. Sivas Yilmaz Ö. Keleş A. Inan U. Comparison of cyclic fatigue resistance of Rotate instrument with reciprocating and continuous rotary nickel-titanium instruments at body temperature in relation to their transformation temperatures. *Clin Oral Investig*. 2020.
16. Ertuğrul İ F. Orhan EO. Cyclic fatigue and energy-dispersive X-ray spectroscopy examination of the novel ROTATE instrument. *Microsc Res Tech*. 2019;82:2042-8.
17. De-Deus G. Silva EJ. Vieira VT. Belladonna FG. Elias CN. Plotino G. et al. Blue Thermomechanical Treatment Optimizes Fatigue Resistance and Flexibility of the Reciproc Files. *J Endod*. 2017;43:462-6.
18. Mamede-Neto I. Borges AH. Guedes OA. de Oliveira D. Pedro FL. Estrela C. Root Canal Transportation and Centering Ability of Nickel-Titanium Rotary Instruments in Mandibular Premolars Assessed Using Cone-Beam Computed Tomography. *Open Dent J*. 2017;11:71-8.
19. Pérez AR. Alves FRF. Marceliano-Alves MF. Provenzano JC. Gonçalves LS. Neves AA. et al. Effects of increased apical enlargement on the amount of unprepared areas and coronal dentine removal: a micro-computed tomography study. *Int Endod J*. 2018;51:684-90.
20. Duque JA. Vivan RR. Duarte MAH. Alcalde MP. Cruz VM. Borges MMB. et al. Effect of larger apical size on the quality of preparation in curved canals using reciprocating instruments with different heat thermal treatments. *Int Endod J*. 2019;52:1652-9.
21. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1984;58:589-99.
22. Schneider S. W. (1971). A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral surgery. oral medicine. and oral pathology*. 32. 271–275.
23. Lee JK. Ha BH. Choi JH. Heo SM. Perinpanayagam H. Quantitative three-dimensional analysis of root canal curvature in maxillary first molars using micro-computed tomography. *J Endod*. 2006;32:941-5.
24. Gambill JM, Alder M, Del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod*. 22, n. 7, p.369-75. Jul 1996.
25. Wolf TG. Paqué F. Sven Patyna M. Willershausen B. Briseño-Marroquín B. Three-dimensional analysis of the physiological foramen geometry of maxillary and mandibular molars by means of micro-CT. *Int J Oral Sci*. 2017;9:151-7.
26. Wu MK. Wesselink PR. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1995;79:492-6.
27. Wu MK. R'Oris A. Barkis D. Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000;89:739-43.
28. Belladonna FG, Carvalho MS, Cavalcante DM, Fernandes JT, de Carvalho Maciel AC, Oliveira HE, Lopes RT, Silva EJNL, De-Deus G. Micro-computed Tomography Shaping Ability Assessment of the New Blue Thermal Treated Reciproc Instrument. *J Endod*. 2018 Jul;44(7):1146-1150.
29. Siqueira Junior JF. Rôças IDN. Marceliano-Alves MF. Pérez AR. Ricucci D. Unprepared root canal surface areas: causes. clinical implications. and therapeutic strategies. *Braz Oral Res*. 2018;32(suppl 1):e65.
30. Elnaghy AM, Elsaka SE. Evaluation of root canal transportation, centering ratio, and remaining dentin thickness associated with ProTaper Next instruments with and without glide path. *J Endod*. 2014 Dec;40(12):2053-6. doi: 10.1016/j.joen.2014.09.001. Epub 2014 Oct 7. PMID: 25301350.
31. De-Deus, G.; Marins, J.; Silva, e. J.; Souza, E. *et al*. Accumulated hard tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-titanium canal preparation. *J Endod*, 41, n. 5, p. 676-681, May 2015.
32. Barreto Pivoto-João, M. M.; Tanomaru-Filho, M.; Pinto, J. C.; Espir, C. G. *et al*. Root canal preparation and enlargement using thermally-treated nickel-titanium rotary systems in curved canals. *J Endod*, Aug 17 2020.
33. Lim, S. S.; Stock, C. J. The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filing compared with the stepback technique. *Int Endod J*, 20, n. 1, p. 33-39, Jan 1987.
34. Pinheiro, S. R.; Alcalde, M. P.; Vivacqua-Gomes, N.; BRAMANTE, C. M. *et al*. Evaluation of apical transportation and centring ability of five thermally treated NiTi rotary systems. *Int Endod J*, 51, n. 6, p. 705-713, Jun 2018.
35. Sant'anna júnior A, Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, De-Deus G, Bramante CM, Duarte MA. The effect of larger apical preparations in the danger zone of lower molars prepared using the Mtwo and Reciproc systems. *J Endod*. 40 n. 11, p. 1855-1859. Jun 2014.

5 CONCLUSÕES

Baseado nos resultados obtidos neste estudo foi possível concluir:

- Os sistemas Hyflex EDM, VDW.Rotate e ProTaper Next proporcionaram um preparo efetivo em canais de raízes portadoras de curvatura acentuada.
- Quanto aos efeitos da cinemática dos instrumentos Hyflex EDM e VDW.ROTATE não houveram diferenças significativas para volume de canal, diâmetro do canal, transporte, centralização, áreas não tocadas e acúmulo de debris. Houve uma diferença significativa na redução do volume de dentina. Entretanto, na comparação intragrupos houve diferenças significativas no volume do canal e dentina, diâmetro das paredes M-D.
- A sobredilatação do canal foi associada ao aumento de volume do canal radicular, houve aumento significativo dos canais mantendo a estrutura, porém com os dados de áreas não tocadas se observa que houve áreas que permaneceram sem instrumentação.
- Apesar de serem avaliadas diferentes ligas metálicas observamos que não houve diferenças significativas nas alterações causadas nos preparos realizados nos canais curvos.

REFERÊNCIAS

- AYDIN, Z. U.; KESKIN, N. B.; ÖZYÜREK, T.; GENEÇI, F. *et al.* Microcomputed Assessment of Transportation, Centering Ratio, Canal Area, and Volume Increase after Single-file Rotary and Reciprocating Glide Path Instrumentation in Curved Root Canals: A Laboratory Study. **J Endod**, 45, n. 6, p. 791-796, Jun 2019.
- BARRETO PIVOTO-JOÃO, M. M.; TANOMARU-FILHO, M.; PINTO, J. C.; ESPIR, C. G. *et al.* Root canal preparation and enlargement using thermally-treated nickel-titanium rotary systems in curved canals. **J Endod**, Aug 17 2020.
- CAPAR, I. D.; ARSLAN, H.; AKCAY, M.; ERTAS, H. An in vitro comparison of apically extruded debris and instrumentation times with ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptive, and HyFlex instruments. **J Endod**, 40, n. 10, p. 1638-1641, Oct 2014.
- CAPAR, I. D.; ERTAS, H.; OK, E.; ARSLAN, H. *et al.* Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. **J Endod**, 40, n. 6, p. 852-856, Jun 2014.
- CHEN, J. L.; MESSER, H. H. A comparison of stainless steel hand and rotary nickel-titanium instrumentation using a silicone impression technique. **Aust Dent J**, 47, n. 1, p. 12-20, Mar 2002.
- DE-DEUS, G.; MARINS, J.; SILVA, E. J.; SOUZA, E. *et al.* Accumulated hard tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-titanium canal preparation. **J Endod**, 41, n. 5, p. 676-681, May 2015.
- DE-DEUS G, BELLADONNA FG, SILVA EJ, MARINS JR *et al.* Micro-CT Evaluation of Non-instrumented Canal Areas with Different Enlargements Performed by NiTi Systems. **Braz Dent J**, 26(6):624-9. Nov-Dec2015.
- DE-DEUS, G.; SILVA, E. J.; VIEIRA, V. T.; BELLADONNA, F. G. *et al.* Blue Thermomechanical Treatment Optimizes Fatigue Resistance and Flexibility of the Reciproc Files. **J Endod**, 43, n. 3, p. 462-466, Mar 2017.
- DUQUE, J. A.; VIVAN, R. R.; DUARTE, M. A. H.; ALCALDE, M. P. *et al.* Effect of larger apical size on the quality of preparation in curved canals using reciprocating instruments with different heat thermal treatments. **Int Endod J**, 52, n. 11, p. 1652-1659, Nov 2019.
- ELAYOUTI, A.; CHU, A. L.; KIMIONIS, I.; KLEIN, C. *et al.* Efficacy of rotary instruments with greater taper in preparing oval root canals. **Int Endod J**, 41, n. 12, p. 1088-1092, Dec 2008.
- ELAYOUTI, A.; DIMA, E.; JUDENHOFER, M. S.; LÖST, C. *et al.* Increased apical enlargement contributes to excessive dentin removal in curved root canals: a stepwise microcomputed tomography study. **J Endod**, 37, n. 11, p. 1580-1584, Nov 2011.
- ELNAGHY AM, ELSAKA SE. Evaluation of root canal transportation, centering ratio, and remaining dentin thickness associated with ProTaper Next instruments with and without glide path. **J Endod**. 2014 Dec;40(12):2053-6. doi: 10.1016/j.joen.2014.09.001. Epub 2014 Oct 7. PMID: 25301350.
- ERTUĞRUL İ, F.; ORHAN, E. O. Cyclic fatigue and energy-dispersive X-ray spectroscopy examination of the novel ROTATE instrument. **Microsc Res Tech**, 82, n. 12, p. 2042-2048, Dec 2019.
- FAIRBOURN, D. R.; MCWALTER, G. M.; MONTGOMERY, S. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. **J Endod**, 13, n. 3, p. 102-108, Mar 1987.
- GAGLIARDI J, VERSIANI MA, DE SOUSA-NETO MD, PLAZAS-GARZON A, BASRANI B. Evaluation of the shaping characteristics of pro taper gold, pro taper next and pro taper universal

in curved canals. **J Endod.** 41(10), 1718-1720. 2015.

GAMBILL JM, ALDER M, DEL RIO CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. **J Endod.** 22, n. 7, p.369-75. Jul 1996.

HWANG, Y. H., BAE, K. S., BAEK, S. H., KUM, K. Y., LEE, W., SHON, W. J., & CHANG, S. W. Shaping ability of the conventional nickel-titanium and reciprocating nickel-titanium file systems: a comparative study using micro-computed tomography. **J Endod**, 40(8), 1186–1189. 2014.

IACONO, F.; PIRANI, C.; GENERALI, L.; BOLELLI, G. *et al.* Structural analysis of HyFlex EDM instruments. **Int Endod J**, 50, n. 3, p. 303-313, Mar 2017.

KESKIN, C.; SIVAS YILMAZ, Ö.; KELEŞ, A.; INAN, U. Comparison of cyclic fatigue resistance of Rotate instrument with reciprocating and continuous rotary nickel-titanium instruments at body temperature in relation to their transformation temperatures. **Clin Oral Investig**, Jun 15 2020.

KIRCHHOFF, A. L.; CHU, R.; MELLO, I.; GARZON, A. D. *et al.* Glide Path Management with Single- and Multiple-instrument Rotary Systems in Curved Canals: A Micro-Computed Tomographic Study. **J Endod**, 41, n. 11, p. 1880-1883, Nov 2015.

LEE, J. K.; HA, B. H.; CHOI, J. H.; HEO, S. M. *et al.* Quantitative three-dimensional analysis of root canal curvature in maxillary first molars using micro-computed tomography. **J Endod**, 32, n. 10, p. 941-945, Oct 2006.

LIM, S. S.; STOCK, C. J. The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filing compared with the stepback technique. **Int Endod J**, 20, n. 1, p. 33-39, Jan 1987.

MAMEDE-NETO, I.; BORGES, A. H.; GUEDES, O. A.; DE OLIVEIRA, D. *et al.* Root Canal Transportation and Centering Ability of Nickel-Titanium Rotary Instruments in Mandibular Premolars Assessed Using Cone-Beam Computed Tomography. **Open Dent J**, 11, p. 71-78, 2017.

MARROQUÍN, B. B.; EL-SAYED, M. A.; WILLERSHAUSEN-ZÖNNCHEN, B. Morphology of the physiological foramen: I. Maxillary and mandibular molars. **J Endod**, 30, n. 5, p. 321-328, May 2004.

ORDINOLA-ZAPATA, R.; BRAMANTE, C. M.; VILLAS-BOAS, M. H.; CAVENAGO, B. C. *Et al.* Morphologic micro-computed tomography analysis of mandibular premolars with three root canals. **J Endod**, 39, n. 9, p. 1130-1135, Sep 2013.

PASQUALINI, D.; ALOVISI, M.; CEMENASCO, A.; MANCINI, L. *et al.* Micro-Computed Tomography Evaluation of ProTaper Next and BioRace Shaping Outcomes in Maxillary First Molar Curved Canals. **J Endod**, 41, n. 10, p. 1706-1710, Oct 2015.

PINHEIRO, S. R.; ALCALDE, M. P.; VIVACQUA-GOMES, N.; BRAMANTE, C. M. *et al.* Evaluation of apical transportation and centring ability of five thermally treated NiTi rotary systems. **Int Endod J**, 51, n. 6, p. 705-713, Jun 2018.

PETERS OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. **J Endod**, 30, n. 8, p. 559-67. Aug 2004.

PÉREZ, A. R.; ALVES, F. R. F.; MARCELIANO-ALVES, M. F.; PROVENZANO, J. C. *et al.* Effects of increased apical enlargement on the amount of unprepared areas and coronal dentine removal: a micro-computed tomography study. **Int Endod J**, 51, n. 6, p. 684-690, Jun 2018.

RODRIGUES, R., ZANDI, H., KRISTOFFERSEN, A. K., ENERSEN, M., MDALA, I., ØRSTAVIK, D., RÔÇAS, I. N., & SIQUEIRA, J. F., JR Influence of the Apical Preparation Size and the Irrigant Type on Bacterial Reduction in Root Canal-treated Teeth with Apical Periodontitis. **J Endod**, 43, n7, p. 1058–1063. 2017.

SANT'ANNA JÚNIOR A, CAVENAGO BC, ORDINOLA-ZAPATA R, DE-DEUS G, BRAMANTE CM,

DUARTE MA. The effect of larger apical preparations in the danger zone of lower molars prepared using the Mtwo and Reciproc systems. **J Endod**. 40 n. 11, p. 1855-1859. Jun 2014.

SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. **Dent Clin North Am**, 18, n. 2, p. 269- 296, Apr 1974.

SCHNEIDER S. W. (1971). A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. **Oral surgery, oral medicine, and oral pathology**, 32(2), 271–275.

SHEN, Y.; COIL, J. M.; ZHOU, H.; ZHENG, Y. *et al.* HyFlex nickel-titanium rotary instruments after clinical use: metallurgical properties. **Int Endod J**, 46, n. 8, p. 720-729, Aug 2013.

SIQUEIRA JUNIOR, J. F.; RÔÇAS, I. D. N.; MARCELIANO-ALVES, M. F.; PÉREZ, A. R. *et al.* Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. **Braz Oral Res**, 32, n. suppl 1, p. e65, Oct 18 2018.

TABASSUM, S.; ZAFAR, K.; UMER, F. Nickel-Titanium Rotary File Systems: What's New? **Eur Endod J**, 4, n. 3, p. 111-117, 2019.

THOMPSON, S. A. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. **Int Endod J**, 33, n. 4, p. 297-310, Jul 2000.

USMAN, N., BAUMGARTNER, J. C., & MARSHALL, J. G.. Influence of instrument size on root canal debridement. **J Endod**, 30, n.2, p. 110–112. 2004.

USLU, G.; ÖZYÜREK, T.; YILMAZ, K. Comparison of Alterations in the Surface Topographies of HyFlex CM and HyFlex EDM Nickel-titanium Files after Root Canal Preparation: A Three-dimensional Optical Profilometry Study. **J Endod**, 44, n. 1, p. 115-119, Jan 2018.

VDW Rotate Brochure, VDW Dental (2019). Último acesso do <http://www.vdw-dental.com/en/service/brochure-downloads>

VERSIANI, M. A.; PÉCORA, J. D.; DE SOUSA-NETO, M. D. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: a micro-computed tomography study. **J Endod**, 37, n. 7, p. 1002-1007, Jul 2011.

VERTUCCI, F. J. Root canal anatomy of the human permanent teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, 58, n. 5, p. 589-599, Nov 1984.

VILLAS-BÔAS, M. H.; BERNARDINELI, N.; CAVENAGO, B. C.; MARCIANO, M. *et al.* Micro-computed tomography study of the internal anatomy of mesial root canals of mandibular molars. **J Endod**, 37, n. 12, p. 1682-1686, Dec 2011.

WEINE, F. S.; KELLY, R. F.; LIO, P. J. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. **J Endod**, 1, n. 8, p. 255-262, Aug 1975.

WOLF, T. G.; PAQUÉ, F.; SVEN PATYNA, M.; WILLERSHAUSEN, B. *et al.* Three- dimensional analysis of the physiological foramen geometry of maxillary and mandibular molars by means of micro-CT. **Int J Oral Sci**, 9, n. 3, p. 151-157, Sep 2017.

WU, M. K.; R'ORIS, A.; BARKIS, D.; WESSELINK, P. R. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, 89, n. 6, p. 739-743, Jun 2000.

WU, M. K.; WESSELINK, P. R. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, 79, n. 4, p. 492- 496, Apr 1995.
YE, J.; GAO, Y. Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. **J Endod**, 38, n. 1, p. 105- 107, Jan

2012.

ZHAO, D.; SHEN, Y.; PENG, B.; HAAPASALO, M. Micro-computed tomography evaluation of the preparation of mesiobuccal root canals in maxillary first molars with Hyflex CM, Twisted Files, and K3 instruments. **J Endod**, 39, n. 3, p. 385-388, Mar 2013.

ZHOU, H. M.; SHEN, Y.; ZHENG, W.; LI, L. *et al.* Mechanical properties of controlled memory and superelastic nickel-titanium wires used in the manufacture of rotary endodontic instruments. **J Endod**, 38, n. 11, p. 1535-1540, Nov 2012.

ZUPANC, J.; VAHDAT-PAJOUH, N.; SCHÄFER, E. New thermomechanically treated NiTi alloys - a review. **Int Endod J**, 51, n. 10, p. 1088-1103, Oct 2018.

ANEXO 1- PARECER CONSUBSTANCIADO

UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PARANÁ -



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Estudo microtomográfico do preparo de canais radiculares com curvatura acentuada utilizando instrumentos com diferentes ligas de níquel-titânio

Pesquisador: Bruno Cavalini Cavenago

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 00995218.4.0000.0102

Instituição Proponente: Programa de Pós-Graduação em Odontologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.113.888

Apresentação do Projeto:

Trata-se de resposta ao parecer 2.993.661 de projeto de pesquisa de Bruno Cavalini Cavenago tendo como colaboradora Maria Carolina

Botelho Pires de Campos proposto pelo PPG Odontologia da UFPR. De interesse ético, serão utilizados 50 dentes molares superiores provenientes do Banco de Dentes do Curso de Odontologia da UFPR. Pesquisadores solicitam dispensa do TCLE.

Objetivo da Pesquisa:

De acordo com os autores, o objetivo geral será "Avaliar os efeitos decorrentes do preparo de raízes mesiais com curvatura acentuada de molares superiores, com instrumentos mecânicos rotatórios com diferentes ligas de níquel-titânio.". Como objetivos específicos citam "Avaliar o desempenho de 3 instrumentos rotatórios, fabricados com ligas de níquel titânio com diferentes tratamentos térmicomecânicos de superfície e diferentes seções transversais, em canais com curvatura acentuada; Avaliar os efeitos da cinética do preparo químico-mecânico até o diâmetro 0,25mm, nas alterações estruturais dos canais (volume do canal e dentina, ângulo de curvatura, transporte, centralização do preparo e áreas não tocadas pelo instrumento); Analisar a presença de acúmulo e extrusão de debris."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

De acordo com os autores, "Um possível benefício para a sociedade será estabelecer um protocolo de preparo, para servir de orientação ao clínico (cirurgião dentista) da prática endodôntica, oferecendo tratamentos mais seguros e eficazes." Ainda citam como riscos "A infecção cruzada com os dentes utilizados pelo seria uma possibilidade de risco; porém, os dentes são submetidos aos procedimentos padrão de desinfecção, esterilização, limpeza e remoção de cáries, cálculos e restaurações, sendo, então, estocados em sistemas de armazenamento rastreável, submersos em solução de cloramina T e refrigerados à 4 °C. Outra alternativa é conservá-los secos, em temperatura ambiente em sistema não rastreável, após uma triagem com critérios estabelecidos. O operador estará utilizando equipamentos de proteção individuais (EPIs) para manipulação das amostras; Fratura de instrumentos que serão minimizadas com o uso do protocolo estabelecido pelo fabricante."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O Termo de Concordância do Centro de Microscopia Eletrônica (UFPR) e do Laboratório onde serão realizadas as microtomografias foram adicionados de acordo com o solicitado em parecer anterior.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios semestrais e final, sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos, através da Plataforma Brasil - no modo: NOTIFICAÇÃO. Demais alterações e prorrogação de prazo devem ser enviadas no modo EMENDA. Lembrando que o cronograma de execução da pesquisa deve ser atualizado no sistema Plataforma Brasil antes de enviar solicitação de prorrogação de prazo.

Emenda – ver modelo de carta em nossa página: www.cometica.ufpr.br (obrigatório envio)

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_1236962.pdf	05/12/2018 14:21:39		Aceito
Outros	RespostaParecer.pdf	20/11/2018 08:08:43	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
Outros	ConcordanciaCME.pdf	20/11/2018 08:05:27	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
Outros	ConcordanciaFOB.pdf	20/11/2018 08:04:41	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
Outros	Decldetornarpublico.pdf	11/10/2018 21:20:43	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES	Aceito

			DE CAMPOS	
Recurso Anexado pelo Pesquisador	CartaResposta.pdf	11/10/2018 21:18:10	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
Outros	check_list.pdf	09/10/2018 20:47:01	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDetalhado.docx	09/10/2018 20:43:51	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	DispensaTCLE.pdf	09/10/2018 20:40:30	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TermodeResp.pdf	09/10/2018 20:39:40	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
Outros	GuardadeMaterial.pdf	09/10/2018 20:38:16	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Compromisso.pdf	09/10/2018 20:37:18	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	DeclUsoMatEsp.pdf	09/10/2018 20:36:48	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
Outros	Confidencialidade.pdf	09/10/2018 20:34:38	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ConcordanciaBioDente.pdf	09/10/2018 20:33:29	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ConcordanciaOdontoUFPR.pdf	09/10/2018 20:32:48	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
Outros	Analise.pdf	09/10/2018 20:32:04	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
Outros	Ata.pdf	09/10/2018 20:31:22	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
Outros	OficioCEP.pdf	09/10/2018 20:30:17	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
Outros	CoparticipanteFOB.pdf	09/10/2018 20:29:31	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito
Folha de Rosto	FolhaderostoPB.pdf	09/10/2018 20:22:41	MARIA CAROLINA BOTELHO PIRES DE CAMPOS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CURITIBA, 16 de Janeiro de 2019

Assinado por:

IDA CRISTINA GUBERT

(Coordenador(a))

ANEXO 2 – GUIDELINES FOR PUBLISHING PAPER IN THE IEJ

1. GENERAL

International Endodontic Journal publishes original scientific articles, reviews, clinical articles and case reports in the field of Endodontology; the branch of dental sciences dealing with health, injuries to and diseases of the pulp and periradicular region, and their relationship with systemic well-being and health. Original scientific articles are published in the areas of biomedical science, applied materials science, bioengineering, epidemiology and social science relevant to endodontic disease and its management, and to the restoration of root-treated teeth. In addition, review articles, reports of clinical cases, book reviews, summaries and abstracts of scientific meetings and news items are accepted.

Preprints and Data Sharing

International Endodontic Journal will consider for review articles previously available as preprints. Authors may also post the submitted version of a manuscript to a preprint server at any time. Authors are requested to update any pre-publication versions with a link to the final published article.

International Endodontic Journal encourages authors to share the data and other artefacts supporting the results in the paper by archiving it in an appropriate public repository. Authors should include a data accessibility statement, including a link to the repository they have used, in order that this statement can be published alongside their paper. All accepted manuscripts may elect to publish a data availability statement to confirm the presence or absence of shared data. If you have shared data, this statement will describe how the data can be accessed, and include a persistent identifier (e.g., a DOI for the data, or an accession number) from the repository where you shared the data. Sample statements are available here. If published, statements will be placed in the heading of your manuscript.

Please read the instructions below carefully for details on the submission of manuscripts, the journal's requirements and standards as well as information concerning the procedure after a manuscript has been accepted for publication in International Endodontic Journal. Authors are encouraged to visit Wiley Author Services for further information on the preparation and submission of articles and figures.

2. ETHICAL GUIDELINES

International Endodontic Journal adheres to the below ethical guidelines for publication and research.

2.1 Authorship and Acknowledgements

The policy of the journal is that only ONE corresponding author is accepted.

Authors submitting a paper do so on the understanding that the manuscript has been read and approved by all authors and that all authors agree to the submission of the manuscript to the Journal.

International Endodontic Journal adheres to the definition of authorship set up by The International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE). According to the ICMJE, authorship criteria should be based on 1) substantial contributions to conception and design of, or acquisition of data or analysis and interpretation of data, 2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content and 3) final approval of the version to be published. Authors should meet conditions 1, 2 and 3.

Acknowledgements: Under acknowledgements please specify contributors to the article other than the authors accredited. Please also include specifications of the source of funding for the study and any potential conflict of interests if appropriate. Please find more information on the conflict of interest form in section 2.6.

2.2 Ethical Approvals

Experimentation involving human subjects will only be published if such research has been conducted in full accordance with ethical principles, including the World Medical Association Declaration of Helsinki (version 2008) and the additional requirements, if any, of the country where the research has been

carried out. Manuscripts must be accompanied by a statement that the experiments were undertaken with the understanding and written consent of each subject and according to the above mentioned principles. A statement regarding the fact that the study has been independently reviewed and approved by an ethical board should also be included. Editors reserve the right to reject papers if there are doubts as to whether appropriate procedures have been used.

When experimental animals are used the methods section must clearly indicate that adequate measures were taken to minimize pain or discomfort. Experiments should be carried out in accordance with the Guidelines laid down by the National Institute of Health (NIH) in the USA regarding the care and use of animals for experimental procedures or with the European Communities Council Directive of 24 November 1986 (86/609/EEC) and in accordance with local laws and regulations.

All studies using human or animal subjects should include an explicit statement in the Material and Methods section identifying the review and ethics committee approval for each study. The authors MUST upload a copy of the ethical approval letter when submitting their manuscript and a separate English translation. Editors reserve the right to reject papers if there is doubt as to whether appropriate procedures have been used.

2.3 Clinical Trials

The International Endodontic Journal asks that authors submitting manuscripts reporting from a clinical trial to register the trial a priori in any of the following public clinical trials registries: www.clinicaltrials.gov, <https://www.clinicaltrialsregister.eu/>, <http://isrctn.org/>. Other primary registries if named in the WHO network will also be considered acceptable. The clinical trial registration number and name of the trial register should be included in the Acknowledgements at the submission stage.

2.3.1 Randomised control clinical trials

Randomised clinical trials should be reported using the Preferred Reporting Items for Randomized Trials in Endodontics (PRIRATE) 2020 guidelines. A PRIRATE checklist and flowchart (as a Figure) should also be completed and included in the submission material. The PRIRATE 2020 checklist and flowchart can be downloaded from: <http://pride-endodonticguidelines.org/prirate/>

It is recommended that authors consult the following papers, which explains the rationale for the PRIRATE 2020 guidelines and their importance when writing manuscripts:

Nagendrababu V, Duncan HF, Bjørndal L, Kvist T, Priya E, Jayaraman J, Pulikkotil SJ, Pigg M, Rechenberg DK, Vaeth M, Dummer P. PRIRATE 2020 guidelines for reporting randomized trials in Endodontics: a consensus-based development. *Int Endod J*. 2020 Mar 20. doi: 10.1111/iej.13294. (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/iej.13294>)

Nagendrababu V, Duncan HF, Bjørndal L, Kvist T, Priya E, Jayaraman J, Pulikkotil SJ, Dummer P. PRIRATE 2020 guidelines for reporting randomized trials in Endodontics: Explanation and elaboration. *Int Endod J*. 2020 April 8. doi: 10.1111/iej.13304 (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/iej.13304>)

2.3.2 Epidemiological observational trials

Submitting authors of epidemiological human observations studies are required to review and submit a 'strengthening the reporting of observational studies in Epidemiology' (STROBE) checklist and statement. Compliance with this should be detailed in the materials and methods section. (www.strobe-statement.org)

2.4 Systematic Reviews

The abstract and main body of the systematic review should be reported using the PRISMA for Abstract and PRISMA guidelines respectively (<http://www.prisma-statement.org/>). Authors submitting a systematic review should register the protocol in a readily-accessible source at the time of project inception (e.g. PROSPERO database, previously published review protocol in journal). The protocol registration number, name of the database or journal reference should be provided at the submission stage in the "Registration" section in the abstract and 'Methods' section in the main body of the text. A PRISMA checklist and flow diagram (as a Figure) should also be included in the submission material.

Source of funding (grant number, if available) should be added in 'Acknowledgements' section.

It is recommended that authors consult the following papers, which help in the production of high quality reviews:

Nagendrababu V, Duncan HF, Tsesis I, Sathorn C, Pulikkotil SJ, Dharmarajan L, Dummer PMH. PRISMA for abstracts: best practice for reporting abstracts of systematic reviews in Endodontology. *Int Endod J*. 2019 Mar 19;1096-07. doi: 10.1111/iej.13118.

Nagendrababu V, Dilokthornsakul P, Jinatongthai P, Veettil SK, Pulikkotil SJ, Duncan HF, Dummer PMH. Glossary for systematic reviews and meta-analyses. *Int Endod J*. 2020 Feb;53(2):232-249. doi: 10.1111/iej.13217. Epub 2019 Nov 25.

2.5 DNA Sequences and Crystallographic Structure Determinations

Papers reporting protein or DNA sequences and crystallographic structure determinations will not be accepted without a Genbank or Brookhaven accession number, respectively. Other supporting data sets must be made available on the publication date from the authors directly.

2.6 Conflict of Interest and Source of Funding

International Endodontic Journal requires that all authors (both the corresponding author and co-authors) disclose any potential sources of conflict of interest. Any interest or relationship, financial or otherwise that might be perceived as influencing an author's objectivity is considered a potential source of conflict of interest. These must be disclosed when directly relevant or indirectly related to the work that the authors describe in their manuscript. Potential sources of conflict of interest include but are not limited to patent or stock ownership, membership of a company board of directors, membership of an advisory board or committee for a company, and consultancy for or receipt of speaker's fees from a company. If authors are unsure whether a past or present affiliation or relationship should be disclosed in the manuscript, please contact the editorial office at iejeditor@cardiff.ac.uk. The existence of a conflict of interest does not preclude publication in this journal.

The above policies are in accordance with the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals produced by the International Committee of Medical Journal Editors (<http://www.icmje.org/>).

It is the responsibility of the corresponding author to have all authors of a manuscript fill out a conflict of interest disclosure form, and to upload all forms individually (do not combine the forms into one file) together with the manuscript on submission. The disclosure statement should be included under Acknowledgements. Please find the form below:

Conflict of Interest Disclosure Form

2.7 Appeal of Decision

The decision on a paper is final and cannot be appealed.

2.8 Permissions

If all or parts of previously published illustrations are used, permission must be obtained from the copyright holder concerned. It is the author's responsibility to obtain these in writing and provide copies to the Publishers.

2.9 Copyright Assignment

If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting them to login into Author Services; where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be able to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper. Your article cannot be published until this has been done.

For authors choosing OnlineOpen

If the OnlineOpen option is selected the corresponding author will have a choice of the following Creative

Commons License Open Access Agreements (OAA):

Creative Commons Attribution License OAA

Creative Commons Attribution Non-Commercial License OAA

Creative Commons Attribution Non-Commercial - No Derivs License OAA

To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the Copyright FAQs hosted on Wiley Author Services http://exchanges.wiley.com/authors/faqs---copyright_301.html and visit <http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright--License.html>.

If you select the OnlineOpen option and your research is funded by certain funders [e.g. The Wellcome Trust and members of the Research Councils UK (RCUK) or the Austrian Science Fund (FWF)] you will be given the opportunity to publish your article under a CC-BY license supporting you in complying with Wellcome Trust and Research Councils UK requirements. For more information on this policy and the Journal's compliant self-archiving policy please visit: <http://www.wiley.com/go/funderstatement>.

OnlineOpen

OnlineOpen is available to authors of primary research articles who wish to make their article available to non-subscribers on publication, or whose funding agency requires grantees to archive the final version of their article. With OnlineOpen, the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee to ensure that the article is made available to non-subscribers upon publication via Wiley Online Library, as well as deposited in the funding agency's preferred archive. For the full list of terms and conditions, see

http://wileyonlinelibrary.com/onlineopen#OnlineOpen_Terms

Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the payment form available from our website at:

https://authorservices.wiley.com/bauthor/onlineopen_order.asp

Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to. All OnlineOpen articles are treated in the same way as any other article. They go through the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

3. MANUSCRIPT SUBMISSION PROCEDURE

Manuscripts should be submitted electronically via the online submission site <http://mc.manuscriptcentral.com/iej>. The use of an online submission and peer review site enables immediate distribution of manuscripts and consequentially speeds up the review process. It also allows authors to track the status of their own manuscripts. Complete instructions for submitting a paper is available online and below. Further assistance can be obtained from iejeditor@cardiff.ac.uk.

3.1. Getting Started

- Launch your web browser (supported browsers include Internet Explorer 5.5 or higher, Safari 1.2.4, or Firefox 1.0.4 or higher) and go to the journal's online Submission Site: <http://mc.manuscriptcentral.com/iej>
- Log-in, or if you are a new user, click on 'register here'.
- If you are registering as a new user.
 - After clicking on 'register here', enter your name and e-mail information and click 'Next'. Your e-mail information is very important.
 - Enter your institution and address information as appropriate, and then click 'Next.'
 - Enter a user ID and password of your choice (we recommend using your e-mail address as your user ID), and then select your areas of expertise. Click 'Finish'.
- If you are registered, but have forgotten your log in details, please enter your e-mail address under 'Password Help'. The system will send you an automatic user ID and a new temporary password.
- Log-in and select 'Author Centre '

3.2. Submitting Your Manuscript

- After you have logged into your 'Author Centre', submit your manuscript by clicking on the submission

link under 'Author Resources'.

- Enter data and answer questions as appropriate. You may copy and paste directly from your manuscript and you may upload your pre-prepared covering letter.
- Click the 'Next' button on each screen to save your work and advance to the next screen.
- You are required to upload your files.
 - Click on the 'Browse' button and locate the file on your computer.
 - Select the designation of each file in the drop down next to the Browse button.
 - When you have selected all files you wish to upload, click the 'Upload Files' button.
- Review your submission (in HTML and PDF format) before completing your submission by sending it to the Journal. Click the 'Submit' button when you are finished reviewing.

ORCID

As part of the journal's commitment to supporting authors at every step of the publishing process, International Endodontic Journal requires the submitting author (only) to provide an ORCID iD when submitting a manuscript. This takes around 2 minutes to complete. Please see Wiley's resources on ORCID [here](#).

3.3. Manuscript Files Accepted

Manuscripts should be uploaded as Word (.doc) or Rich Text Format (.rft) files (not write-protected) plus separate figure files. GIF, JPEG, PICT or Bitmap files are acceptable for submission, but only high-resolution TIF or EPS files are suitable for printing. The files will be automatically converted to HTML and PDF on upload and will be used for the review process. The text file must contain the abstract, main text, references, tables, and figure legends, but no embedded figures or Title page. The Title page should be uploaded as a separate file. In the main text, please reference figures as for instance 'Figure 1', 'Figure 2' etc to match the tag name you choose for the individual figure files uploaded. Manuscripts should be formatted as described in the Author Guidelines below.

3.4. Blinded Review

Manuscript that do not conform to the general aims and scope of the journal will be returned immediately without review. All other manuscripts will be reviewed by experts in the field (generally two referees). International Endodontic Journal aims to forward referees' comments and to inform the corresponding author of the result of the review process. Manuscripts will be considered for fast-track publication under special circumstances after consultation with the Editor.

International Endodontic Journal uses double blinded review. The names of the reviewers will thus not be disclosed to the author submitting a paper and the name(s) of the author(s) will not be disclosed to the reviewers.

To allow double blinded review, please submit (upload) your main manuscript and title page as separate files.

Please upload:

- Your manuscript without title page under the file designation 'main document'
- Figure files under the file designation 'figures'
- The title page and Acknowledgements where applicable, should be uploaded under the file designation 'title page'

All documents uploaded under the file designation 'title page' will not be viewable in the html and pdf format you are asked to review in the end of the submission process. The files viewable in the html and pdf format are the files available to the reviewer in the review process.

3.5. Suspension of Submission Mid-way in the Submission Process

You may suspend a submission at any phase before clicking the 'Submit' button and save it to submit later. The manuscript can then be located under 'Unsubmitted Manuscripts' and you can click on 'Continue Submission' to continue your submission when you choose to.

3.6. E-mail Confirmation of Submission

After submission you will receive an e-mail to confirm receipt of your manuscript. If you do not receive the confirmation e-mail after 24 hours, please check your e-mail address carefully in the system. If the e-mail address is correct please contact your IT department. The error may be caused by some sort of spam filtering on your e-mail server. Also, the e-mails should be received if the IT department adds our e-mail server (uranus.scholarone.com) to their whitelist.

3.7. Manuscript Status

You can access ScholarOne Manuscripts any time to check your 'Author Centre' for the status of your manuscript. The Journal will inform you by e-mail once a decision has been made.

3.8. Submission of Revised Manuscripts

To submit a revised manuscript, locate your manuscript under 'Manuscripts with Decisions' and click on 'Submit a Revision'. Please remember to delete any old files uploaded when you upload your revised manuscript.

4. MANUSCRIPT TYPES ACCEPTED

Original Scientific Articles: must describe significant and original experimental observations and provide sufficient detail so that the observations can be critically evaluated and, if necessary, repeated. Original Scientific Articles must conform to the highest international standards in the field.

Review Articles: are accepted for their broad general interest; all are refereed by experts in the field who are asked to comment on issues such as timeliness, general interest and balanced treatment of controversies, as well as on scientific accuracy. Reviews should generally include a clearly defined search strategy and take a broad view of the field rather than merely summarizing the authors' own previous work. Extensive or unbalanced citation of the authors' own publications is discouraged.

Clinical Articles: are suited to describe significant improvements in clinical practice such as the report of a novel technique, a breakthrough in technology or practical approaches to recognised clinical challenges. They should conform to the highest scientific and clinical practice standards.

Case Reports: illustrating unusual and clinically relevant observations are acceptable but they must be of sufficiently high quality to be considered worthy of publication in the Journal. On rare occasions, completed cases displaying non-obvious solutions to significant clinical challenges will be considered. Illustrative material must be of the highest quality and healing outcomes, if appropriate, should be demonstrated.

Supporting Information: International Endodontic Journal encourages submission of adjuncts to printed papers via the supporting information website (see submission of supporting information below). It is encouraged that authors wishing to describe novel procedures or illustrate cases more fully with figures and/or video may wish to utilise this facility.

Letters to the Editor: are also acceptable.

Meeting Reports: are also acceptable.

5. MANUSCRIPT FORMAT AND STRUCTURE

5.1. Format

Language: The language of publication is English. It is preferred that manuscript is professionally edited.

Presentation: Authors should pay special attention to the presentation of their research findings or clinical reports so that they may be communicated clearly. Technical jargon should be avoided as much as possible and clearly explained where its use is unavoidable. Abbreviations should also be kept to a minimum, particularly those that are not standard. The background and hypotheses underlying the study, as well as its main conclusions, should be clearly explained. Titles and abstracts especially should be written in language that will be readily intelligible to any scientist.

Article Preparation Support: Wiley Editing Services offers expert help with English Language Editing, as well as translation, manuscript formatting, figure illustration, figure formatting, and graphical abstract design – so you can submit your manuscript with confidence. Also, check out our resources for Preparing Your Article for general guidance about writing and preparing your manuscript.

Abbreviations: International Endodontic Journal adheres to the conventions outlined in Units, Symbols and Abbreviations: A Guide for Medical and Scientific Editors and Authors. When non-standard terms appearing 3 or more times in the manuscript are to be abbreviated, they should be written out completely in the text when first used with the abbreviation in parenthesis.

5.2. Structure

All manuscripts submitted to International Endodontic Journal should include Title Page, Abstract, Main Text, References and Acknowledgements, Tables, Figures and Figure Legends as appropriate

Title Page: The title page should bear: (i) Title, which should be concise as well as descriptive; (ii) Initial(s) and last (family) name of each author; (iii) Name and address of department, hospital or institution to which work should be attributed; (iv) Running title (no more than 30 letters and spaces); (v) No more than six keywords (in alphabetical order); (vi) Name, full postal address, telephone, fax number and e-mail address of author responsible for correspondence.

Abstract for Original Scientific Articles should be no more than 350 words giving details of what was done using the following structure:

- Aim: Give a clear statement of the main aim of the study and the main hypothesis tested, if any.
- Methodology: Describe the methods adopted including, as appropriate, the design of the study, the setting, entry requirements for subjects, use of materials, outcome measures and statistical tests.
- Results: Give the main results of the study, including the outcome of any statistical analysis.
- Conclusions: State the primary conclusions of the study and their implications. Suggest areas for further research, if appropriate.

Abstract for Systematic Review Articles should be no more than 350 words using the following structure where applicable:

- Title: Identify the report as a systematic review, meta-analysis, or both.
- Background: Provide a brief introduction of the subject and why it is important.
- Objectives: The research question including components such as participants, interventions, comparators, and outcomes. Use PICO format.
- Methods: Briefly describe i) the inclusion criteria, ii) provide databases searched and dates, iii) mention the method used to assess study quality (risk of bias) iv) meta-analysis methodology (if appropriate).
- Results: i) Number and type of included studies and participants ii) results for main outcomes (benefits and harms). If a meta-analysis was undertaken, include summary measures and confidence intervals. iii) direction of the effect in terms that are meaningful to clinicians and patients.
- Discussion: i) Strengths and ii) limitations of evidence.
- Conclusions: General interpretation of the results and important implications.
- Funding: Primary source of funding for the review (if no funding: say 'none').
- Registration: Registration number and name.

Abstract for Review Articles (narrative)

The Abstract should be unstructured and no more than 350 words.

Abstract for Case Reports should be no more than 350 words using the following structure:

- Aim: Give a clear statement of the main aim of the report and the clinical problem which is addressed.
- Summary: Describe the methods adopted including, as appropriate, the design of the study, the setting, entry requirements for subjects, use of materials, outcome measures and analysis if any.
- Key learning points: Provide up to 5 short, bullet-pointed statements to highlight the key messages of the report. All points must be fully justified by material presented in the report.

Abstract for Clinical Articles should be no more than 350 words using the following structure:

- Aim: Give a clear statement of the main aim of the report and the clinical problem which is addressed.
- Methodology: Describe the methods adopted.

- Results: Give the main results of the study.
- Conclusions: State the primary conclusions of the study.

Main Text of Original Scientific Article should include Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion and Conclusion:

- Introduction: should be focused, outlining the historical or logical origins of the study and gaps in knowledge. Exhaustive literature reviews are not appropriate. It should close with the explicit statement of the specific aims of the investigation, or hypothesis to be tested.
- Material and Methods: must contain sufficient detail such that, in combination with the references cited, all clinical trials and experiments reported can be fully reproduced.

(i) Clinical Trials should be reported using the PRIRATE 2020 guidelines. A PRIRATE 2020 checklist must be completed and included along with a flow diagram (as a Figure) in the submission material. These are available at <http://pride-endodonticguidelines.org/prirate/>.

(ii) Experimental Subjects: experimentation involving human subjects will only be published if such research has been conducted in full accordance with ethical principles, including the World Medical Association Declaration of Helsinki (version 2008) and the additional requirements, if any, of the country where the research has been carried out. Manuscripts must be accompanied by a statement that the experiments were undertaken with the understanding and written consent of each subject and according to the above mentioned principles. A statement regarding the fact that the study has been independently reviewed and approved by an ethical board should also be included. Editors reserve the right to reject papers if there are doubts as to whether appropriate procedures have been used.

When experimental animals are used the methods section must clearly indicate that adequate measures were taken to minimize pain or discomfort. Experiments should be carried out in accordance with the Guidelines laid down by the National Institute of Health (NIH) in the USA regarding the care and use of animals for experimental procedures or with the European Communities Council Directive of 24 November 1986 (86/609/EEC) and in accordance with local laws and regulations.

All studies using human or animal subjects should include an explicit statement in the Material and Methods section identifying the review and ethics committee approval for each study, if applicable. Editors reserve the right to reject papers if there is doubt as to whether appropriate procedures have been used.

(iii) Suppliers: Suppliers of materials should be named and their location (Company, town/city, state, country) included.

- Results: should present the observations with minimal reference to earlier literature or to possible interpretations. Data should not be duplicated in Tables and Figures.
- Discussion: may usefully start with a brief summary of the major findings, but repetition of parts of the abstract or of the results section should be avoided. The Discussion section should progress with a review of the methodology before discussing the results in light of previous work in the field. The Discussion should end with a brief conclusion and a comment on the potential clinical relevance of the findings. Statements and interpretation of the data should be appropriately supported by original references.
- Conclusion: should contain a summary of the findings.

Main Text of systematic review articles should be divided into Introduction, Methods, Results and Conclusions:

- Introduction: Should be focused to place the subject matter in context and to justify the need for the review.
- Method: Divide into logical sub-sections in order to improve readability and enhance understanding (e.g. details of protocol registration, literature search process, inclusion/exclusion criteria, data extraction, quality assessment, outcome(s) of interest, data synthesis and statistical analysis, quality of evidence).

- Results: Present in structured fashion (e.g. results of the search process, characteristics of the included studies, results of primary meta-analysis, additional analysis, publication bias, quality of evidence).
- Discussion: Should summarize the results, highlighting completeness and applicability of evidence, quality of evidence, agreements and disagreements with other studies or reviews, strength and limitations, implications for practice and research.
- Conclusion(s): Section should reach clear conclusions and/or recommendations on the basis of the evidence presented.

Main Text of Review Articles should be divided into Introduction, Review and Conclusions. The Introduction section should be focused to place the subject matter in context and to justify the need for the review. The Review section should be divided into logical sub-sections in order to improve readability and enhance understanding. Search strategies must be described and the use of state-of-the-art evidence-based systematic approaches is expected. The use of tabulated and illustrative material is encouraged. The Conclusion section should reach clear conclusions and/or recommendations on the basis of the evidence presented.

Main Text of Case Reports should be divided into Introduction, Report, Discussion and Conclusion,. They should be well illustrated with clinical images, radiographs, diagrams and, where appropriate, supporting tables and graphs. However, all illustrations must be of the highest quality.

Case reports should be written using the Preferred Reporting Items for Case reports in Endodontics (PRICE) 2020 guidelines. A PRICE checklist and flowchart (as a Figure) should also be completed and included in the submission material. The PRICE 2020 checklist and flowchart can be downloaded from: <http://pride-endodonticguidelines.org/price/>.

It is recommended that authors consult the following papers, which explains the rationale for the PRICE 2020 guidelines and their importance when writing manuscripts:

Nagendrababu V, Chong BS, McCabe P, Shah PK, Priya E, Jayaraman J, Pulikkotil SJ, Setzer FC, Sunde PT, Dummer PMH. PRICE 2020 guidelines for reporting case reports in Endodontics: a consensus-based development. *Int Endod J.* 2020 Feb 23. doi: 10.1111/iej.13285. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32090342>)

Nagendrababu V, Chong BS, McCabe P, Shah PK, Priya E, Jayaraman J, Pulikkotil SJ, Dummer PMH. PRICE 2020 guidelines for reporting case reports in Endodontics: Explanation and elaboration. *Int Endod J.* (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/iej.13300>)

Acknowledgements: International Endodontic Journal requires that all sources of institutional, private and corporate financial support for the work within the manuscript must be fully acknowledged, and any potential conflicts of interest noted. Grant or contribution numbers may be acknowledged, and principal grant holders should be listed. Acknowledgments should be brief and should not include thanks to anonymous referees and editors. See also above under Ethical Guidelines.

5.3. References

It is the policy of the Journal to encourage reference to the original papers rather than to literature reviews. Authors should therefore keep citations of reviews to the absolute minimum.

We recommend the use of a tool such as EndNote or Reference Manager for reference management and formatting. The EndNote reference style can be obtained upon request to the editorial office (iejeditor@cardiff.ac.uk). Reference Manager reference styles can be searched for here: www.refman.com/support/rmstyles.asp

In the text: single or double authors should be acknowledged together with the year of publication, e.g. (Pitt Ford & Roberts 1990). If more than two authors the first author followed by et al. is sufficient, e.g. (Tobias et al. 1991). If more than 1 paper is cited the references should be in year order and separated by "," e.g. (Pitt Ford & Roberts 1990, Tobias et al. 1991).

Reference list: All references should be brought together at the end of the paper in alphabetical order and should be in the following form.

- (i) Names and initials of up to six authors. When there are seven or more, list the first three and add et al.
- (ii) Year of publication in parentheses
- (iii) Full title of paper followed by a full stop (.)
- (iv) Title of journal in full (in italics)
- (v) Volume number (bold) followed by a comma (,)
- (vi) First and last pages

Examples of correct forms of reference follow:

Standard journal article

Bergenholtz G, Nagaoka S, Jontell M (1991) Class II antigen-expressing cells in experimentally induced pulpitis. *International Endodontic Journal* 24, 8-14.

Corporate author

British Endodontic Society (1983) Guidelines for root canal treatment. *International Endodontic Journal* 16, 192-5.

Journal supplement

Frumin AM, Nussbaum J, Esposito M (1979) Functional asplenia: demonstration of splenic activity by bone marrow scan (Abstract). *Blood* 54 (Suppl. 1), 26a.

Books and other monographs

Personal author(s)

Gutmann J, Harrison JW (1991) *Surgical Endodontics*, 1st edn Boston, MA, USA: Blackwell Scientific Publications.

Chapter in a book

Wesselink P (1990) Conventional root-canal therapy III: root filling. In: Harty FJ, ed. *Endodontics in Clinical Practice*, 3rd edn; pp. 186-223. London, UK: Butterworth.

Published proceedings paper

DuPont B (1974) Bone marrow transplantation in severe combined immunodeficiency with an unrelated MLC compatible donor. In: White HJ, Smith R, eds. *Proceedings of the Third Annual Meeting of the International Society for Experimental Rematology*; pp. 44-46. Houston, TX, USA: International Society for Experimental Hematology.

Agency publication

Ranofsky AL (1978) *Surgical Operations in Short-Stay Hospitals: United States-1975*. DHEW publication no. (PHS) 78-1785 (Vital and Health Statistics; Series 13; no. 34.) Hyattsville, MD, USA: National Centre for Health Statistics.

Dissertation or thesis

Saunders EM (1988) *In vitro and in vivo investigations into root-canal obturation using thermally softened gutta-percha techniques (PhD Thesis)*. Dundee, UK: University of Dundee.

URLs

Full reference details must be given along with the URL, i.e. authorship, year, title of document/report and URL. If this information is not available, the reference should be removed and only the web address cited in the text.

Smith A (1999) Select committee report into social care in the community [WWW document]. URL <http://www.dhss.gov.uk/reports/report015285.html> [accessed on 7 November 2003]

5.4. Tables, Figures and Figure Legends

Tables: Tables should be double-spaced with no vertical rulings, with a single bold ruling beneath the column titles. Units of measurements must be included in the column title.

Figures: All figures should be planned to fit within either 1 column width (8.0 cm), 1.5 column widths (13.0 cm) or 2 column widths (17.0 cm), and must be suitable for photocopy reproduction from the printed version of the manuscript. Lettering on figures should be in a clear, sans serif typeface (e.g. Helvetica); if possible, the same typeface should be used for all figures in a paper. After reduction for publication, upper-case text and numbers should be at least 1.5–2.0 mm high (10 point Helvetica). After reduction, symbols should be at least 2.0–3.0 mm high (10 point). All half-tone photographs should be submitted at final reproduction size. In general, multi-part figures should be arranged as they would appear in the final version. Reduction to the scale that will be used on the page is not necessary, but any special requirements (such as the separation distance of stereo pairs) should be clearly specified.

Unnecessary figures and parts (panels) of figures should be avoided: data presented in small tables or histograms, for instance, can generally be stated briefly in the text instead. Figures should not contain more than one panel unless the parts are logically connected; each panel of a multipart figure should be sized so that the whole figure can be reduced by the same amount and reproduced on the printed page at the smallest size at which essential details are visible.

Figures should be on a white background, and should avoid excessive boxing, unnecessary colour, shading and/or decorative effects (e.g. 3-dimensional skyscraper histograms) and highly pixelated computer drawings. The vertical axis of histograms should not be truncated to exaggerate small differences. The line spacing should be wide enough to remain clear on reduction to the minimum acceptable printed size.

Figures divided into parts should be labelled with a lower-case, boldface, roman letter, a, b, and so on, in the same typesize as used elsewhere in the figure. Lettering in figures should be in lower-case type, with the first letter capitalized. Units should have a single space between the number and the unit, and follow SI nomenclature or the nomenclature common to a particular field. Thousands should be separated by a thin space (1 000). Unusual units or abbreviations should be spelled out in full or defined in the legend. Scale bars should be used rather than magnification factors, with the length of the bar defined in the legend rather than on the bar itself. In general, visual cues (on the figures themselves) are preferred to verbal explanations in the legend (e.g. broken line, open red triangles etc.)

Figure legends: Figure legends should begin with a brief title for the whole figure and continue with a short description of each panel and the symbols used; they should not contain any details of methods.

Permissions: If all or part of previously published illustrations are to be used, permission must be obtained from the copyright holder concerned. This is the responsibility of the authors before submission.

Preparation of Electronic Figures for Publication: Although low quality images are adequate for review purposes, print publication requires high quality images to prevent the final product being blurred or fuzzy. Submit EPS (lineart) or TIFF (halftone/photographs) files only. MS PowerPoint and Word Graphics are unsuitable for printed pictures. Do not use pixel-oriented programmes. Scans (TIFF only) should have a resolution of 300 dpi (halftone) or 600 to 1200 dpi (line drawings) in relation to the reproduction size (see below). EPS files should be saved with fonts embedded (and with a TIFF preview if possible). For scanned images, the scanning resolution (at final image size) should be as follows to ensure good reproduction: lineart: >600 dpi; half-tones (including gel photographs): >300 dpi; figures containing both halftone and line images: >600 dpi.

Further information can be obtained at Wiley Blackwell's guidelines for figures: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>.

Check your electronic artwork before submitting it: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/eachecklist.asp>

5.6. Guidelines for reporting of DNA microarray data

The International Endodontic Journal gives authors notice that, with effect from 1st January 2011, submission to the International Endodontic Journal requires the reporting of microarray data to conform to the MIAME guidelines. After this date, submissions will be assessed according to MIAME standards. The complete current guidelines are available at http://www.mged.org/Workgroups/MIAME/miame_2.0.html. Also, manuscripts will be published only after the complete data has been submitted into the public repositories, such as GEO (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/>) or ArrayExpress (http://www.ebi.ac.uk/microarray/submissions_overview.html), in MIAME compliant format, with the data accession number (the identification number of the data set in the database) quoted in the manuscript. Both databases are committed to keeping the data private until the associated manuscript is published, if requested.

Prospective authors are also encouraged to search for previously published microarray data with relevance to their own data, and to report whether such data exists. Furthermore, they are encouraged to use the previously published data for qualitative and/or quantitative comparison with their own data, whenever suitable. To fully acknowledge the original work, an appropriate reference should be given not only to the database in question, but also to the original article in which the data was first published. This open approach will increase the availability and use of these large-scale data sets and improve the reporting and interpretation of the findings, and in increasing the comprehensive understanding of the physiology and pathology of endodontically related tissues and diseases, result eventually in better patient care.

5.7. Supporting Information

Publication in electronic formats has created opportunities for adding details or whole sections in the electronic version only. Authors need to work closely with the editors in developing or using such new publication formats.

Supporting information, such as data sets or additional figures or tables, that will not be published in the print edition of the journal, but which will be viewable via the online edition, can be submitted. It should be clearly stated at the time of submission that the supporting information is intended to be made available through the online edition. If the size or format of the supporting information is such that it cannot be accommodated on the journal's website, the author agrees to make the supporting information available free of charge on a permanent Web site, to which links will be set up from the journal's website. The author must advise Wiley Blackwell if the URL of the website where the supporting information is located changes. The content of the supporting information must not be altered after the paper has been accepted for publication.

The availability of supporting information should be indicated in the main manuscript by a paragraph, to appear after the References, headed 'Supporting Information' and providing titles of figures, tables, etc. In order to protect reviewer anonymity, material posted on the authors Web site cannot be reviewed. The supporting information is an integral part of the article and will be reviewed accordingly.

Preparation of Supporting Information: Although provision of content through the web in any format is straightforward, supporting information is best provided either in web-ready form or in a form that can be conveniently converted into one of the standard web publishing formats:

- Simple word-processing files (.doc or .rtf) for text.
- PDF for more complex, layout-dependent text or page-based material. Acrobat files can be distilled from Postscript by the Publisher, if necessary.
- GIF or JPEG for still graphics. Graphics supplied as EPS or TIFF are also acceptable.
- MPEG or AVI for moving graphics.

Subsequent requests for changes are generally unacceptable, as for printed papers. A charge may be levied for this service.

Video Imaging: For the on-line version of the Journal the submission of illustrative video is encouraged.

Authors proposing the use such media should consult with the Editor during manuscript preparation.

Article Promotion Support

Wiley Editing Services offers professional video, design, and writing services to create shareable video abstracts, infographics, conference posters, lay summaries, and research news stories for your research – so you can help your research get the attention it deserves.

6. GRAPHICAL ABSTRACT

Authors are invited to submit a graphical abstract along with their manuscript to be published in the International Endodontic Journal's:

Online table of contents.

Content alert emails.

Within the article.

The graphical abstract should visually convey the key findings of the report and present a clear message to the reader. It should be used as a means of attracting the readers' attention and promoting further engagement with the article.

To create an effective graphical abstract, authors should focus on presenting to the reader what they can learn from the report, communicating only the key message.

Guidelines for designing a Graphical Abstract:

Creating a graphical abstract does not mean just copying and pasting a figure from the manuscript.

Use text sparingly, so the graphical abstract does not become cluttered, but ensure that you have clearly stated the purpose of the report, research design, clinical case and the outcome of the study or case. Use language consistent with terms and definitions in the article that are free of editorialization (personal opinion) or bias.

Use only images that you have a legal right to use. Authors are responsible for obtaining permission to use any images that they include from outside sources, including articles, web pages, stock photo sites or Google image searches. Any needed permissions must be submitted along with your graphical abstract or identified in the Acknowledgements section of your manuscript.

Exclude imagery that can be viewed as advertisement, such as trade names, logos, or images of trademarked items.

The Graphical Abstract should be submitted along with the manuscript through our ScholarOne platform and uploaded with the file designation "Graphical Abstract".

Required file properties:

Resolution: 700 pixels (width) x 600 pixels (height).

Font size: at least 12pt.

Font: Calibri.

File size should not exceed 1MB.

A good example of how a graphical abstract should look can be seen here: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/joim.13141>

Please contact the editorial office at IEJeditor@cardiff.ac.uk if you have any questions.

7. AFTER ACCEPTANCE

Upon acceptance of a paper for publication, the manuscript will be forwarded to the Production Editor who is responsible for the production of the journal.

7.1. Figures

Hard copies of all figures and tables are required when the manuscript is ready for publication. These will be requested by the Editor when required. Each Figure copy should be marked on the reverse with the figure number and the corresponding author's name.

7.2 Proof Corrections

The corresponding author will receive an email alert containing a link to a web site. A working email

address must therefore be provided for the corresponding author. The proof can be downloaded as a PDF (portable document format) file from this site. Acrobat Reader will be required in order to read this file. This software can be downloaded (free of charge) from the following Web site: www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html. This will enable the file to be opened, read on screen, and printed out in order for any corrections to be added. Further instructions will be sent with the proof. Hard copy proofs will be posted if no e-mail address is available; in your absence, please arrange for a colleague to access your e-mail to retrieve the proofs. Proofs must be returned to the Production Editor within three days of receipt. As changes to proofs are costly, we ask that you only correct typesetting errors. Excessive changes made by the author in the proofs, excluding typesetting errors, will be charged separately. Other than in exceptional circumstances, all illustrations are retained by the publisher. Please note that the author is responsible for all statements made in his work, including changes made by the copy editor.

7.3 Early Online Publication Prior to Print

International Endodontic Journal is covered by Wiley Blackwell's Early View service. Early View articles are complete full-text articles published online in advance of their publication in a printed issue. Early View articles are complete and final. They have been fully reviewed, revised and edited for publication, and the authors' final corrections have been incorporated. Because they are in final form, no changes can be made after online publication. The nature of Early View articles means that they do not yet have volume, issue or page numbers, so Early View articles cannot be cited in the traditional way. They are therefore given a Digital Object Identifier (DOI), which allows the article to be cited and tracked before it is allocated to an issue. After print publication, the DOI remains valid and can continue to be used to cite and access the article.

7.4 Online Production Tracking

Online production tracking is available for your article through Blackwell's Author Services. Author Services enables authors to track their article - once it has been accepted - through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript. Visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor/> for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

7.5 Author Material Archive Policy

Please note that unless specifically requested, Wiley Blackwell will dispose of all hardcopy or electronic material submitted two months after publication. If you require the return of any material submitted, please inform the editorial office or production editor as soon as possible.

7.6 Offprints

Free access to the final PDF offprint of your article will be available via Author Services only. Please therefore sign up for Author Services if you would like to access your article PDF offprint and enjoy the many other benefits the service offers.

Additional paper offprints may be ordered online. Please click on the following link, fill in the necessary details and ensure that you type information in all of the required fields: Sheridan Printer. If you have queries about offprints please email Customer Service.

The corresponding author will be sent complimentary copies of the issue in which the paper is published (one copy per author).

7.7 Author Services

For more substantial information on the services provided for authors, please see Wiley Blackwell Author Services

7.8 Note to NIH Grantees: Pursuant to NIH mandate, Wiley Blackwell will post the accepted version of contributions authored by NIH grant-holders to PubMed Central upon acceptance. This accepted version will be made publicly available 12 months after publication. For further information, see

ANEXO 3 – GUIDELINES FOR PUBLISHING PAPER IN THE JOE

Writing an effective article is a challenging assignment. The following guidelines are provided to assist authors in submitting manuscripts.

The JOE publishes original and reviews articles related to the scientific and applied aspects of endodontics. Moreover, the JOE has a diverse readership that includes full-time clinicians, full-time academicians, residents, students, and scientists. Effective communication with this diverse readership requires careful attention to writing style.

General Points on Composition

Organization of Original Research Manuscripts

Manuscripts Category Classifications and Requirements

Available Resources

General Points on Composition

Authors are strongly encouraged to analyze their final draft with both software (e.g., spelling and grammar programs) and colleagues who have expertise in English grammar. References listed at the end of this section provide a more extensive review of rules of English grammar and guidelines for writing a scientific article. Always remember that clarity is the most important feature of scientific writing. Scientific articles must be clear and precise in their content and concise in their delivery since their purpose is to inform the reader. The Editor reserves the right to edit all manuscripts or to reject those manuscripts that lack clarity or precision, or have unacceptable grammar or syntax. The following list represents common errors in manuscripts submitted to the JOE:

The paragraph is the ideal unit of organization. Paragraphs typically start with an introductory sentence that is followed by sentences that describe additional detail or examples. The last sentence of the paragraph provides conclusions and forms a transition to the next paragraph. Common problems include one-sentence paragraphs, sentences that do not develop the theme of the paragraph (see also section “c” below), or sentences with little to no transition within a paragraph.

Keep to the point. The subject of the sentence should support the subject of the paragraph. For example, the introduction of authors' names in a sentence changes the subject and lengthens the text. In a paragraph on sodium hypochlorite, the sentence, “In 1983, Langeland et al., reported that sodium hypochlorite acts as a lubricating factor during instrumentation and helps to flush debris from the root canals” can be edited to: “Sodium hypochlorite acts as a lubricant during instrumentation and as a vehicle for flushing the generated debris (Langeland et al., 1983).” In this example, the paragraph's subject is sodium hypochlorite and sentences should focus on this subject.

Sentences are stronger when written in the active voice, i.e., the subject performs the action. Passive sentences are identified by the use of passive verbs such as “was,” “were,” “could,” etc. For example: “Dexamethasone was found in this study to be a factor that was associated with reduced inflammation.” can be edited to: “Our results demonstrated that dexamethasone reduced inflammation.” Sentences written in a direct and active voice are generally more powerful and shorter than sentences written in the passive voice.

Reduce verbiage. Short sentences are easier to understand. The inclusion of unnecessary words is often associated with the use of a passive voice, a lack of focus or run-on sentences. This is not to imply that all sentences need be short or even the same length. Indeed, variation in sentence structure and length often helps to maintain reader interest. However, make all words count. A more formal way of stating this point is that the use of subordinate clauses adds variety and information when constructing a paragraph. (This section was written deliberately with sentences of varying length to illustrate this point.)

Use parallel construction to express related ideas. For example, the sentence, “Formerly, endodontics was taught by hand instrumentation, while now rotary instrumentation is the common method.” can be edited to “Formerly, endodontics was taught using hand instrumentation; now it is

commonly taught using rotary instrumentation.” The use of parallel construction in sentences simply means that similar ideas are expressed in similar ways. and this helps the reader recognize that the ideas are related.

Keep modifying phrases close to the word that they modify. This is a common problem in complex sentences that may confuse the reader. For example. the statement. “Accordingly. when conclusions are drawn from the results of this study. caution must be used.” can be edited to “Caution must be used when conclusions are drawn from the results of this study.”

To summarize these points. effective sentences are clear and precise. and often are short. simple and focused on one key point that supports the paragraph’s theme.

Authors should be aware that the JOE uses iThenticate. plagiarism detection software. to assure originality and integrity of material published in the Journal. The use of copied sentences. even when present within quotation marks. is highly discouraged. Instead. the information of the original research should be expressed by new manuscript author’s own words. and a proper citation given at the end of the sentence. Plagiarism will not be tolerated and manuscripts will be rejected. or papers withdrawn after publication based on unethical actions by the authors. In addition. authors may be sanctioned for future publication.

Organization of Original Research Manuscripts

Please Note: All abstracts should be organized into sections that start with a one-word title (in bold). i.e.. Introduction. Methods. Results. Conclusions. etc.. and should not exceed more than 250 words in length.

Title Page: The title should describe the major emphasis of the paper. It should be as short as possible without loss of clarity. Remember that the title is your advertising billboard—it represents your major opportunity to solicit readers to spend the time to read your paper. It is best not to use abbreviations in the title since this may lead to imprecise coding by electronic citation programs such as PubMed (e.g.. use “sodium hypochlorite” rather than NaOCl). The author list must conform to published standards on authorship (see authorship criteria in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals at icmje.org). The manuscript title. name and address (including email) of one author designated as the corresponding author. This author will be responsible for editing proofs and order reprints when applicable. The contribution of each author should also be highlighted in the cover letter.

Abstract: The abstract should concisely describe the purpose of the study. the hypothesis. methods. major findings. and conclusions. The abstract should describe the new contributions made by this study. The word limitations (250 words) and the wide distribution of the abstract (e.g.. PubMed) make this section challenging to write clearly. This section often is written last by many authors since they can draw on the rest of the manuscript. Write the abstract in past tense since the study has been completed. Three to ten keywords should be listed below the abstract.

Introduction: The introduction should briefly review the pertinent literature in order to identify the gap in knowledge that the study is intended to address and the limitations of previous studies in the area. The purpose of the study. the tested hypothesis and its scope should be clearly described. Authors should realize that this section of the paper is their primary opportunity to establish communication with the diverse readership of the JOE. Readers who are not expert in the topic of the manuscript are likely to skip the paper if the introduction fails to succinctly summarize the gap in knowledge that the study addresses. It is important to note that many successful manuscripts require no more than a few paragraphs to accomplish these goals. Therefore. authors should refrain from performing the extensive review of the literature. and discuss the results of the study in this section.

Materials and Methods: The objective of the materials and methods section is to permit other investigators to repeat your experiments. The four components of this section are the detailed description of the materials used and their components. the experimental design. the procedures employed. and the statistical tests used to analyze the results. The vast majority of manuscripts should cite prior studies using similar methods and succinctly describe the essential aspects used in the present study. Thus. the reader should still be able to understand the method used in the experimental approach and concentration of the main reagents (e.g.. antibodies. drugs. etc.) even when citing a previously published method. The inclusion of a “methods figure” will be rejected unless the procedure is novel and requires an illustration for comprehension. If the method is novel. then the authors should carefully describe the method and include validation experiments. If the study utilized a commercial product. the manuscript must state that they either followed manufacturer’s protocol or specify any changes made to the protocol. If the study used an in vitro model to simulate a clinical outcome. the authors must describe experiments made to validate the model. or previous literature that proved the clinical relevance of the

model. Studies on humans must conform to the Helsinki Declaration of 1975 and state that the institutional IRB/equivalent committee(s) approved the protocol and that informed consent was obtained after the risks and benefits of participation were described to the subjects or patients recruited. Studies involving animals must state that the institutional animal care and use committee approved the protocol. The statistical analysis section should describe which tests were used to analyze which dependent measures; p-values should be specified. Additional details may include randomization scheme, stratification (if any), power analysis as a basis for sample size computation, drop-outs from clinical trials, the effects of important confounding variables, and bivariate versus multivariate analysis.

Results: Only experimental results are appropriate in this section (i.e., neither methods, discussion, nor conclusions should be in this section). Include only those data that are critical for the study, as defined by the aim(s). Do not include all available data without justification; any repetitive findings will be rejected from publication. All Figures, Charts, and Tables should be described in their order of numbering with a brief description of the major findings. The author may consider the use of supplemental figures, tables or video clips that will be published online. Supplemental material is often used to provide additional information or control experiments that support the results section (e.g., microarray data).

Figures: There are two general types of figures. The first type of figures includes photographs, radiographs or micrographs. Include only essential figures, and even if essential, the use of composite figures containing several panels of photographs is encouraged. For example, most photos, radio- or micrographs take up one column-width, or about 185 mm wide X 185 mm tall. If instead, you construct a two columns-width figure (i.e., about 175 mm wide X 125 mm high when published in the JOE), you would be able to place about 12 panels of photomicrographs (or radiographs, etc.) as an array of four columns across and three rows down (with each panel about 40 X 40 mm). This will require some editing to emphasize the most important feature of each photomicrograph, but it greatly increases the total number of illustrations that you can present in your paper. Remember that each panel must be clearly identified with a letter (e.g., "A," "B," etc.), in order for the reader to understand each individual panel. Several nice examples of composite figures are seen in recent articles by Jeger et al (J Endod 2012;38:884–888); Olivieri et al., (J Endod 2012;38:1007–1011); Tsai et al (J Endod 2012;38:965–970). Please note that color figures may be published at no cost to the authors and authors are encouraged to use color to enhance the value of the illustration. Please note that a multi-panel, composite figure only counts as one figure when considering the total number of figures in a manuscript (see section 3, below, for the maximum number of allowable figures). The second type of figures is graphs (i.e., line drawings including bar graphs) that plot a dependent measure (on the Y-axis) as a function of an independent measure (usually plotted on the X axis). Examples include a graph depicting pain scores over time, etc. Graphs should be used when the overall trend of the results are more important than the exact numerical values of the results. For example, a graph is a convenient way of reporting that an ibuprofen-treated group reported less pain than a placebo group over the first 24 hours, but was the same as the placebo group for the next 96 hours. In this case, the trend of the results is the primary finding; the actual pain scores are not as critical as the relative differences between the NSAID and placebo groups.

Tables: Tables are appropriate when it is critical to present exact numerical values. However, not all results need be placed in either a table or figure. For example, the following table may not be necessary: Instead, the results could simply state that there was no inhibition of growth from 0.001-0.03% NaOCl, and a 100% inhibition of growth from 0.03-3% NaOCl (N=5/group). Similarly, if the results are not significant, then it is probably not necessary to include the results in either a table or as a figure. These and many other suggestions on figure and table construction are described in additional detail in Day (1998).

% NaOCl	N/Group	% Inhibition of Growth
0.001	5	0
0.003	5	0
0.01	5	0

% NaOCl	N/Group	% Inhibition of Growth
0.03	5	0
0.1	5	100
0.3	5	100
1	5	100
3	5	100

Discussion: This section should be used to interpret and explain the results. Both the strengths and weaknesses of the observations should be discussed. How do these findings compare to the published literature? What are the clinical implications? Although this last section might be tentative given the nature of a particular study, the authors should realize that even preliminary clinical implications might have value for the clinical leadership. Ideally, a review of the potential clinical significance is the last section of the discussion. What are the major conclusions of the study? How does the data support these conclusions

Acknowledgments: All authors must affirm that they have no financial affiliation (e.g., employment, direct payment, stock holdings, retainers, consultancies, patent licensing arrangements or honoraria), or involvement with any commercial organization with direct financial interest in the subject or materials discussed in this manuscript, nor have any such arrangements existed in the past three years. Any other potential conflict of interest should be disclosed. Any author for whom this statement is not true must append a paragraph to the manuscript that fully discloses any financial or other interest that poses a conflict. Likewise, the sources and correct attributions of all other grants, contracts or donations that funded the study must be disclosed

References: The reference style follows Index Medicus and can be easily learned from reading past issues of the JOE. The JOE uses the Vancouver reference style, which can be found in most citation management software products. Citations are placed in parentheses at the end of a sentence or at the end of a clause that requires a literature citation. Do not use superscript for references. Original reports are limited to 35 references. There are no limits to the number of references for review articles.

Manuscripts Category Classifications and Requirements

Manuscripts submitted to the JOE must fall into one of the following categories. The abstracts for all these categories would have a maximum word count of 250 words:

CONSORT Randomized Clinical Trial-Manuscripts in this category must strictly adhere to the Consolidated Standards of Reporting Trials-CONSORT- minimum guidelines for the publication of randomized clinical trials. These guidelines can be found at consort-statement.org. These manuscripts have a limit of 3,500 words, [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion, and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures and 4 tables*.

Review Article-Manuscripts in this category is either narrative articles, or systematic reviews/meta-analyses. Case report/Clinical Technique articles even when followed by the extensive review of the literature will be categorized as "Case Report/Clinical Technique". These manuscripts have a limit of 3,500 words, [including abstract, introduction, discussion, and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures and 4 tables*.

Clinical Research (e.g., prospective or retrospective studies on patients or patient records, or research on biopsies, excluding the use of human teeth for technique studies). These manuscripts have a limit of 3,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion, and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures and 4 tables*.

Basic Research Biology (animal or culture studies on biological research on physiology, development, stem cell differentiation, inflammation or pathology). Manuscripts that have a primary focus on biology should be submitted in this category while manuscripts that have a primary focus on materials should be submitted in the Basic Research Technology category. For example, a study on cytotoxicity of a material should be submitted in the Basic Research Technology category, even if it was performed in animals with histological analyses. These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion, and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures or 4 tables*.

Basic Research Technology (Manuscripts submitted in this category focus primarily on research related to techniques and materials used, or with potential clinical use, in endodontics). These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion, and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 3 figures and tables*.

Case Report/Clinical Technique (e.g., report of an unusual clinical case or the use of cutting-edge technology in a clinical case). These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion, and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures or tables*.* Figures, if submitted as multi-panel figures must not exceed 1-page length. Manuscripts submitted with more than the allowed number of figures or tables will require the approval of the JOE Editor or associate editors. If you are not sure whether your manuscript falls within one of the categories above, or would like to request preapproval for submission of additional figures please contact the Editor by email at jendodontics@uthscsa.edu. Importantly, adhering to the general writing methods described in these guidelines (and in the resources listed below) will help to reduce the size of the manuscript while maintaining its focus and significance. Authors are encouraged to focus on only the essential aspects of the study and to avoid inclusion of extraneous text and figures. The Editor may reject manuscripts that exceed these limitations.

ANEXO 4 – PARÂMETROS USADOS PARA MICRO-CT E RECONSTRUÇÃO

Scanner=SkyScan1174v2
Instrument S/N=11J03088
Software=Version 1. 1 (build 9)
Home Directory=C:\SkyScan1174ver2
Source Type=RTW 50/800
Camera=SHT MR285MC
Camera Pixel Size (um)= 19.78
CameraXYRatio=1.0000
[User]
User Name=SkyScan
Computer Name=SCAN1174_088
[Acquisition]
Data Directory=C:\Users\SkyScan\Documents\Carol UFPR\16
Filename Prefix=50Kv_800uA_
Number Of Files= 266
Number Of Rows= 1024
Number Of Columns= 1304
Partial Width=OFF
Image crop origin X= 0
Image crop origin Y=0
Camera binning=1x1
Image Rotation=0.7300
Gantry direction=CC
Optical Axis (line)= 512
Object to Source (mm)=226.60
Camera to Source (mm)=266.50
Source Voltage (kV)= 50
Source Current (uA)= 800
Image Pixel Size (um)=16.82
Scaled Image Pixel Size (um)=16.822000
Image Format=TIFF
Depth (bits)=16
Screen LUT=0
Exposure (ms)=7000
Rotation Step (deg)=0.700
Use 360 Rotation=NO
FlatField Update=YES
Scanning position=23.712 mm
Flat Field Correction=ON
Frame Averaging=OFF (1)
Sharpening (%)=47
Random Movement=OFF
Geometrical Correction=ON
Filter=1mmAl
Rotation Direction=CC
Type of Detector Motion=STEP AND SHOOT
Scanning Trajectory=ROUND
Number of connected scans=1
Study Date and Time=Dec 08, 2019 07:59:58
Scan duration=00:33:24
Maximum vertical TS=5.0
[Reconstruction]
Reconstruction Program=NRecon
Program Version=Version: 1.6.10.2
Program Home Directory=C:\Users\Dra. Maria\Desktop\Softwares SkyScan 2107
Reconstruction engine=NReconServer
Engine version=Version: 1.6.10
Reconstruction from batch=Yes
Postalignment=-17.00
Reconstruction servers= DESKTOP-PFN4312
Reconstruction mode=Standard
Dataset Origin=SkyScan1174v2
Dataset Prefix=50Kv_800uA_
Dataset Directory=F:\Dissertação Carol\G1- Hyflex EDM\16 COMPLETO\16 INICIAL
Output Directory=F:\Dissertação Carol\G1- Hyflex EDM\16 COMPLETO\16 INICIAL

Time and Date=Jan 19, 2020 16:17:49
First Section=24
Last Section=803
Reconstruction duration per slice (seconds)=1.047436
Total reconstruction time (780 slices) in seconds=817.000000
Section to Section Step=1
Sections Count=780
Result File Type=BMP
Result File Header Length (bytes)=1134
Result Image Width (pixels)=1304
Result Image Height (pixels)=1304
Pixel Size (um)=16.82200
Reconstruction Angular Range (deg)=186.20
Use 180+=OFF
Angular Step (deg)=0.7000
Smoothing=5
Smoothing kernel=0 (Asymmetrical boxcar)
Ring Artifact Correction=2
Draw Scales=OFF
Object Bigger than FOV=OFF
Reconstruction from ROI=OFF
Filter cutoff relative to Nyquist frequency=100
Filter type=0
Filter type description=Hamming (Alpha=0.54)
Undersampling factor=1
Threshold for defect pixel mask (%)=0
Beam Hardening Correction (%)=40
CS Static Rotation (deg)=0.00
Minimum for CS to Image Conversion=0.020000
Maximum for CS to Image Conversion=0.140000
HU Calibration=OFF
BMP LUT=0
Cone-beam Angle Horiz.(deg)=5.542161
Cone-beam Angle Vert.(deg)=4.353428
[File name convention]
Filename Index Length=4
Filename Prefix=50Kv_800uA__rec_Ref
[CS image conversion 1]
Converted by=Dataviewer (Version: 1.5.1)
Conversion time=May 10, 2020 16:26:44
Conversion description=...VOI(1304,1304,975) @ (0,0,0).
Image scale modified=0
HU calibration modified=0

ANEXO 5

TABELA - Redução do volume (%) da dentina radicular após o preparo com instrumentos com diâmetro de 0.25mm, 0.40 mm, 0.50mm e 0.60mm dos sistemas Hyflex EDM e VDW.ROTATE nos segmentos de apical, médio, cervical e total.

		Preparo em relação ao canal pré-operatório	
		Hyflex EDM	VDW.ROTATE
Apical	25	2.56 ^{aA} (0 – 5.15)	1.54 ^{aA} (0.1 – 7.49)
	40	3.97 ^{aAB} (0.19 – 9.68)	3.88 ^{aAB} (0.06 – 4.41)
	50	3.8 ^{aAB} (0.1 – 21.63)	4.51 ^{aAB} (0 – 7.48)
	60	4.25 ^{aB} (0.64 – 9.42)	5.99 ^{aB} (0.2 – 30.82)
Médio	25	1.54 ^{aA} (0 – 3.77)	2.1 ^{aA} (0.1 – 5.67)
	40	1.74 ^{aA} (0 – 7.37)	2.79 ^{aAB} (0.2 – 4.36)
	50	3.11 ^{aA} (0 – 15.64)	3.55 ^{aAC} (1.25 – 5.05)
	60	3.48 ^{aA} (0.05 – 24.81)	5.21 ^{aC} (2.92 – 21.7)
Cervical	25	1.44 ^{aA} (0.19 – 3.9)	2.72 ^{aA} (0 – 4.27)
	40	1.76 ^{aAB} (0.7 – 12.58)	2.57 ^{aAB} (0.5 – 5.17)
	50	2.94 ^{aAB} (0.84 – 8.86)	3.39 ^{aBC} (2.47 – 5.59)
	60	3.89 ^{aB} (1.1 – 6.24)	5.52 ^{bC} (3.13 – 6.96)
Total	25	1.53 ^{aA} (0.48 – 3.53)	2.38 ^{aA} (0.06 – 4.41)
	40	2.46 ^{aAB} (0.52 – 10.35)	2.58 ^{aAB} (0.4 – 4.85)
	50	3.04 ^{aAB} (1.11 – 10.72)	3.68 ^{aABC} (1.97 – 4.98)
	60	3.51 ^{aB} (1.91 – 11.76)	5.42 ^{bC} (3.38 – 13.85)

* Diferentes letras sobrescritas minúsculas na mesma linha (entre grupos) e maiúsculas na mesma coluna (intragrupos) indicam diferença estatística (P<0,05).